



URHO MÄKIRINTA & PASI TOLONEN

## VAALAN JÄRVIKYLÄN JÄRVIEN KASVILLISUUS JÄRVIEN TILAN KUVAAJANA

English summary: The vegetation of some small lakes in the parish of Vaala,  
Central Finland, as an expression of the condition of the lakes.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS  
Helsinki 1992



URHO MÄKIRINTA & PASI TOLONEN

## VAALAN JÄRVIKYLÄN JÄRVIEN KASVILLISUUS JÄRVIEN TILAN KUVAAJANA

English summary: The vegetation of some small lakes in the parish of Vaala, Central Finland, as an expression of the condition of the lakes.

Etukannen kuva: Laaja vesisammalikko (pääasiassa *Warnstorfia trichophylla*) on noussut pintaan Vaalan Järvikylän Keskijärvessä.  
Kuva: Urho Mäkirinta, 09.09.1989.

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:  
Valtion painatuskeskus, PL 516, 00101 Helsinki  
puh. (90) 56 601/julkaisutilaukset

ISBN 951-47-5707-6  
ISSN 0786-9592

HELSINKI 1992



Julkaisija  
Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä  
heinäkuu 1992

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)  
Urho Mäkirinta & Pasi Tolonen

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)  
Vaaan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana

(Vegetationen i tre sjöar i Vaala socken som ett uttryck för sjöarnas tillstånd)

Julkaisun laji	Toimeksiantaja	Toimielimen asettamispyvm
Tutkimusraportti	Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri	

Julkaisun osat

#### Tiivistelmä

Kolmen pienen (yht. 100 ha), matalan, oligo-mesotrofisen järven kasvillisuus on tutkittu analysoimalla n. 200 näytealaa  $\approx 25 \text{ m}^2$  ja käyttäen ilmakuvia (väridioja) sen kartoittamiseen. Kasvillisuus peittää 2/3 pinta-alasta, ja yksi järvistä (Keskijärvi) on lähes kokonaan kasvillisuuden peittämä (96 %). Vallitsevat formaatiot ovat helofyytti-nymfeidikasvillisuus, nymfeidikasvillisuus ja vesisammalikot, ja niukempaan esiintyy ceratofyllidikasvillisuus. Kasvillisuustyyppien lukumäärä erilaisilla luokittelun tasoilla (formaatiot, lajidominanssityypit ja floristis-sosiologinen taso) on suhteellisen suuri, erityisesti Keskijärvellä. Laajimman alan peittää mesotrofinen *Nuphar-Utricularia*-tyyppi lukuisine alatyypeineen, tiheät *Equisetum fluviatile*-kasvustot ja suomaisuuteen viittaava *Drepanocladus*-vesisammaltyyppi. Eutrofisuutta edustaa laikuttain esiintyvä *Ceratophyllum demersum*-tyyppi. Numeerisen klusterointiohjelman TABORD avulla saadut perusklusterit edustavat perustason syntaxoneja, joita on käytetty kasvillisuuden ordinointiin peruskomponenttianalyysillä (PCA) osoittamaan kasvillisuuden ja kasvupaikkojen ekologisia kehitystrendejä. Järvien tila on kuvailtu kasvillisuuden perusteella käyttäen myös apuna ekologisia mittauksia, erityisesti veden kemialla. Konkreettisia ehdotuksia on tehty järvien tilan parantamiseksi.

#### Asiasanat (avainsanat)

Vesikasvillisuus, vesistöjen tila, bioindikaattorit, umpeenkasvu, monimuuttujamenetelmät, PCA, TABORD, vesistöjen kunnostus, järvet

#### Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero	ISBN	ISSN
Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 92	951-47-5707-6	0786-9592
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta
51	Suomi	
		Luottamuksellisuus
		Julkinen
Jakaja	Kustantaja	
Valtion painatuskeskus	Vesi- ja ympäristöhallitus	
PL 516, 00101 HELSINKI	PL 250, 00101 HELSINKI	

## DOCUMENTATION PAGE

Published by  
National Board of Waters and the Environment

Date of publication  
Juli 1992

Author(s)  
Urho Mäkirinta & Pasi Tolonen

Title of publication  
Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana  
(The vegetation of some small lakes in the parish of Vaala, Central Finland, as an expression of the condition of the lakes)

Type of publication	Commissioned by
Research report	Water and Environment District of Kainuu

Parts of publication

#### Abstract

The vegetation of three small, shallow, oligo-mesotrophic lakes (total area 100 ha) is studied by analyzing some 200 relevés á 25 m<sup>2</sup> and using aerial colour slides for mapping. The vegetation covers 2/3 of the area, and one of the lakes (L. Keskijärvi) as almost overgrown. The dominating formations are helophyte-nymphaeid, nymphaeid and aquatic bryophyte vegetations, with the ceratophyllid vegetation less common. The number of vegetation types at different classification levels (formations, species dominance and floristic-sociological levels) is relatively high, especially in L. Keskijärvi. The widest areas are covered by the mesotrophic *Nuphar-Utricularia* type with numerous subtaxa, dense *Equisetum fluviatile* stands, mire like aquatic bryophyte vegetation of the *Drepanocladus* type and eutrophic stands of the *Ceratophyllum demersum* type. Basic cluster syntaxa produced by the help of numerical methods (program TABORD) are used for ordination of the vegetation by means of principal components analysis (PCA) to show the ecological succession trends of the vegetation and of the sites, where they are growing. The ecological conditions of the lakes are deduced from the vegetation and the water analyses, and some suggestions are made for improving the lake character.

#### Keywords

Aquatic vegetation, bioindicators, overgrowing, multivariate methods, PCA, TABORD, lake restoration

#### Other information

Series (key title and no.)  
Publications of the Water and Environment  
Administration - series A 92

ISBN  
951-47-5707-6

ISSN  
0786-9592

Pages  
51

Language  
Finnish

Price

Confidentiality  
Public

Distributed by  
Government Printing Centre  
P.O.Box 516, SF-00101 HELSINKI, FINLAND

Publisher  
National Board of Waters and the Environment  
P.O.Box 250, SF-00101 HELSINKI, FINLAND

## S I S Ä L L Y S

Sivu

1	JOHDANTO . . . . .	6
2	TUTKIMUSALUEEN YLEISPIIRTEET . . . . .	6
3	VEDEN JA POHJAN LAATU. . . . .	8
4	KASVILLISUUS . . . . .	11
4.1	Kasvillisuuden tutkimusmenetelmät. . . . .	11
4.2	Vesikasvillisuus . . . . .	14
4.2.1	Synuusiot ja formaatiot. . . . .	14
4.2.2	Ilmaversois-kelluslehtikasvillisuus. . . . .	17
4.2.3	Kelluslehtikasvillisuus. . . . .	19
4.2.4	Vesisammalikot . . . . .	21
4.2.5	Karvalehtikasvillisuus . . . . .	21
4.2.6	Muu vesikasvillisuus . . . . .	26
4.2.7	Floristiset kasvillisuustyypit . . . . .	26
4.2.7.1	Suomalaiset tyypit . . . . .	26
4.2.7.2	Assosiaatiot . . . . .	29
4.2.8	Vesikasvilajisto . . . . .	29
4.2.9	Vesikasvillisuuden numeerinen luokittelu . . . . .	33
4.2.10	Vesikasvillisuuden ordinaatio. . . . .	34
4.3	Maarannan kasvillisuus . . . . .	40
5	JÄRVIEŒ TILAN PARANTAMINEN . . . . .	42
5.1	Järvien nykytila . . . . .	42
5.2	Ehdotus järvien tilan parantamiseksi . . . . .	43
6	YHTEENVETO . . . . .	45
7	SUMMARY. . . . .	47
8	KIRJALLISUUS . . . . .	49

## 1 J O H D A N T O

Vaalan Kutujoen luonnosta tehdyn monipuolisen tutkimuksen tarkoituksena oli "Kutujoen alueen kalastus- ja retkeilymahdollisuuksien selvittäminen sekä retkeilykohteiden ja -reittien suunnittelu" (Åman 1988, ed.). Vesien suurkasvillisuuden selvittely vesistön suupuolella sijaitsevista Järvikylän järvistä (Ylä-, Keski- ja Alajärvestä) jäi kuitenkin tekemättä, vaikka kasvillisuusselvitys lienee ollut tutkimuksen aloitteentekijän, Niskan kalastuskunnan eräänä toivomuksena.

Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri (DI Erkki Ollila) kääntyi keväällä 1989 allekirjoittaneen (Dos. Urho Mäkirinta) puoleen pyynnöllä saada kyseisistä järvistä kasvitieteellinen selvitys nimenomaan järvien kunnostustarvetta ajatellen, mihin sitten ryhdyinkin biol.yo. (nyk. maisteri) Pasi Tolosen avustamana. Työnjaossa tulivat kenttätöyt pääasiassa Pasi Tolosen ja tulosten tulkinta ja kirjoittaminen Urho Mäkirinnan tehtäväksi. Vesianaalyysit on tehty Kainuun vep:n laboratoriossa.

## 2 T U T K I M U S A L U E E N Y L E I S P I I R T E E T

Tässä tutkimuksessa rajoitutaan Vaalan kunnan Järvikylässä, Kutujoen suupuolen kolmen läpivirtausjärven, Yläjärven (eli Järvenjärven), Keskijärven ja Alajärven kasvillisuuteen ja ympäristötekijöihin unohtamatta täysin niitä yhdistäviä Kutujoen osiakaan, Välijokea Ylä- ja Keskijärven välissä ja Kankaanjokea Keski- ja Alajärven välissä (Kuva 1).

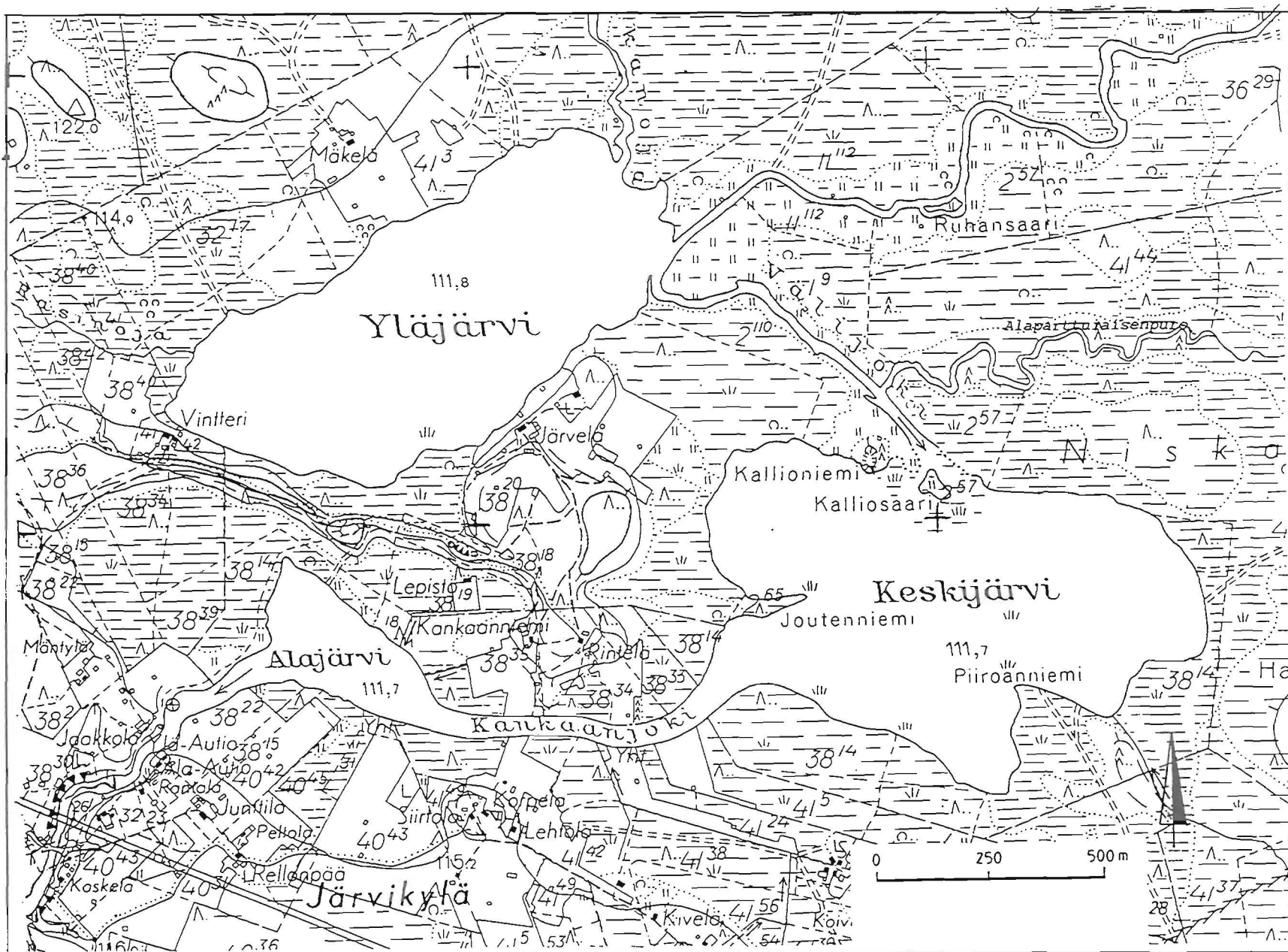
Pinta-alaltaan Yläjärvi on 45.7 ha, Keskijärvi 51.3 ha ja Alajärvi 6.2 ha (Taulukko 5) ja näitä yhdistävät kutujoen osat, 700 m mittainen Välijoki 1.5 ha ja 600 m pituinen mutta edellistä leveämpi Kankaanjoki 2.5 ha. Kaikkien näiden vesien yhteinen pinta-ala on 107.2 ha, josta järvien osuus on 103.2 ha (mitattu ruutumenetelmällä). Mukana järvien pinta-alassa on 3.8 ha suursaraitkoja ja luhtaniittyjä, jotka vain osaksi sijaitsevat virallisen, peruskarttaan piirretyn rantaviivan alapuolella. Järvien todellinen pinta-ala on siis n. 100 ha.

Kaikki kolme järveä ovat erittäin matalia: kasvillisuusnäytealojen yhteydessä mitattiin veden keskisyvyudeksi Ylä- ja Alajärvessä n. 70 cm ja Alajärvessä hieman enemmän johtuen sen eteläreunan n. 2.5 m syvästä, tosin kasvittomasta (joen) uomasta, mutta muilta osin sekin on yhtä matala kuin kaksi muuta. Yläjärven suurin syvyys on 1.2 m ja Keskijärven 1.1 m (luusualla, Kankaanjoen niskassa ja Välijoen suulla kuitenkin 1.5 m). Jokuuoma on siis syvempi kuin itse järvet. Kaikki luvut ovat heinäelokuun 1989 korjaamattomia arvoja, koska tarkkaa keski-vesiarvoa (MW) ei tunneta.

Paksut sedimenttikerrokset peittävät kaikkien järvien pohjat. Knuutisen (1988) tutkimusten mukaan Yläjärven sedimentti on paksuimmillaan 16.2 m, Keskijärven 13.6 m



Kuva 1. Tutkimusalue, Vaalan järvikylän järvet, Yläjärvi (eli Järvenjärvi), Keskijärvi ja Alajärvi Kutuoen vesistön alajuoksulla.



ja Alajärven 14.5 m. Sedimentti on mutaa, liejua, savi-liejua ja harvemmin hiekkaa tai hietaa. Yläjärven ja Alajärven väliin työntyvä harju (Järvenvaara) aiheuttaa Yläjärven etelärannalle sorarantaa muutaman sadan metrin matkalle, mutta muualla vallitsevasta suokasvillisuudesta johtuen turverannat ovat vallalla. Keskijärven pohjoisrannalla, Välijoen suun molemmiin puolin tavataan pari pientä kalliopaljastumaa (Kallioniemi ja Kalliosaa-ri).

Järvien rantamaat ovat valtaosaltaan suokasvillisuuden peittämiä. Vallitsevia ovat rämeet, nevarämeet, korpirämeet ja paikoin (erityisesti Välijoen varsilla) pajuvii-takorvet. Järvenvaaralla on karunpuoleista kovan maan mäntymetsää, joka Yläjärven lounaisrannalla ulottuu ran-taan asti. Peltoja on vain Yläjärven rannalla, varsin vähän sielläkin (Kuvat 1, 3).

### 3 V E D E N J A P O H J A N L A A T U

Sedimentin (muta - lieju) vesipitoisuudeksi saatiin Knuutisen (1988) tutkimuksessa 21.6.-89.0 % ja orgaanisen aineksen määräksi (hehikutushäviö kuivapainosta) 1.2-24.6 %. Nyt otetut (Mäkirinta) kolme pistokokeen luontoista näytettä kunkin kolmen järven kasvillisuus-alueen pintasedimenteistä antoivat samansisältöiset tulokset (Taulukko 1). Vetisintä sedimentti oli Alajärves-sä ja "kuivinta" Yläjärnessä (itäosassa). Orgaanisen ai-neksen määrä oli näissä detrituspitoisissa liejunäyt-teissä kuitenkin huomattavan korkea, ja se korreloi sel-västi vesipitoisuuden kanssa. Happamuusarvot, pH 6.1-6.5, olivat hyvää tasoa pohjan ravinnetaloutta ajatel-len.

Taulukko 1. Kolmen sedimenttinäytteen vesi- ja orgaanisen aineksen pitoisuus (hehikutushäviö) ja pH 30.8.1989. Kustakin järvestä kaksi näytettä, 1. ja 2.

		Yläjärvi itäpäästä	Keskijärvi keskeltä	Alajärvi keskeltä
Vesipitoisuus %	1.	63.8	76.5	92.9
	2.	66.5	75.5	93.3
Hehikutushäviö %	1.	9.7	13.9	24.5
	2.	9.0	14.8	51.4
pH	1.	6.5	6.3	6.2
	2.	6.3	6.3	6.1

Vaalan Kutujoen tutkimukseen sisältyi veden kemiaa laa-jasti koko jokisysteemin alueelta ja myös kaikista nyt tutkittavista järvistä ja Kutujokisuulta (Kokko 1988).

Taulukko 2. Vesianalyysijä Vaalan Järvikylän järvistä ja Välijoesta 12.7.1989. Näytteenottopaikat kartakkeessa (Kuva 2).

Paikka	Yläjärvi		Välijoki	Keskijärvi			Alajärvi	
	W	E	puoliv.	W	E	S	SW	W
Piste kartakkeessa	A	B	F	H	I	J	K	L
Lämpötila, °C	18.4	17.3	17.5	17.2	18.1	17.6	17.3	17.6
Happi, mg/l	9.5	7.7	6.2	7.9	7.9	6.7	7.7	8.3
Happi, kyll.%	101	80	86	82	84	70	80	87
Sameus, Hach, FTU	2.3	8.5	2.2	2.8	3.0	1.7	2.5	2.6
Johtokyky, mS, 25°C	2.5	2.6	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1
Alkalinit., mmol/l	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
pH	6.37	6.05	6.29	6.20	6.24	5.96	6.16	6.19
Väriluku, Pt mg/l	300	350	100	120	120	120	100	120
Kok-N, µg/l	2100	1300	390	440	450	480	380	380
Nitraatti-N, µg/l	6	9	16	15	5	5	17	13
Ammonium-N, µg/l	26	57	24	13	5	9	21	8
Kok-P, µg/l	160	130	26	29	39	30	27	30
Fosfaatti-P, µg/l	33	37	5	6	8	13	6	7
Kloridi, µg/l	1.7	1.8	1.0	1.0	1.3	1.2	1.0	1.1
Fe, µg/l	4600	4500	1300	1400	1400	1700	1400	1500
Mn, µg/l	110	94	74	89	77	58	82	74
KMnO <sub>4</sub> , mg/l	34.1	30.6	13.0	13.4	14.4	14.5	13.3	13.5
Näkösyvyys, m	0.3	0.4	1.0	1.0	0.8	0.7	0.95	0.75
Paikan syvyys, m	0.85	0.80	1.90	1.0	0.95	0.7	0.95	0.75

VAAH20.TAB

Tätä tutkimusta varten tehtiin kaksi analyysisarjaa, ensimmäinen 12.7.89 tutkituista järvistä ja Välijoesta (Taulukko 2) ja toinen kuukautta myöhemmin 16.8.89 Yläjärveen laskevasta kahdesta purosta ja Välijokeen laskevasta purosta sekä itse Välijoesta (Taulukko 3). Tarkoituksena oli selvittää laskupurojen osuus järvien ja joen veden laatuun.

Yhtäpitävästi aikaisempien analyysien kanssa (Kokko 1988) osoittautui itse Kutujoen vesi vähäravinteiseksi, heikosti puskuroiduksi, lievästi happamaksi, keskiruskeaksi ja hapekkaaksi (Taulukot 1 ja 2) ja siten varsin tyypilliseksi suomalaiseksi vedeksi. Typen ja fosforin osalta, kun kaikki niiden fraktiot huomioidaan, pitoisuudet ovat tyypillisiä mesotrofisille vesille. Merkillepantavasti fosfaattifosforin pitoisuus (6 g/l) on tosin alhainen, mutta selvästi nollan yläpuolella ja on mahdollisesti osittain peräisin läheisestä Petäjäkosken kalanviljelylaitoksesta (vrt. Kokko 1988). Kokonaisrauta on varsin korkea, mutta toisaalta tyypillinen ruskeille vesille.

Järvistä Keskijärvi ja Alajärvi ovat varsin tyypillisiä läpivirtausjärviä, ja niiden veden koostumuksen määrää pääosin niiden läpi virtaava joki, Kutujoki. Keskijärven itä- ja länsipäät ovat kuitenkin siinä määrin umpipusseja, että niiden nitraatti ja ammoniumpitoisuudet ovat parhaimpina kasvukautena selvästi laskeneet johtuen run-

Taulukko 3. Vesianalyyskejä eräiden Vaalan Järvikylän järviin tai Välijokeen laskevien purojen vesistä ja itse Kutujoesta 16.8.1989. Näytteenottoapaikat kartakkeessa (Kuva 2).

Paikka	Rasinoja	Tolkanoja	Kutujoki	Välijoki	Alapertt.
Piste kartakkeessa	läh.suuta	läh.suuta	ennen Yj	puoliväli	läh.suuta
	C	D	E	F	G
Lämpötila, °C	13.1	13.7	16.7	16.7	15.7
Happi, mg/l	8.4	8.2	8.2	8.1	8.1
Happi, kyll.%	80	79	84	83	82
Sameus, Hach, FTU	6.8	3.8	1.7	2.0	4.8
Johtokyky, mS(25°C)	2.8	2.2	2.2	2.2	2.4
Alkaliniteetti	0.08	0.03	0.07	0.06	0.03
pH	5.81	5.37	6.18	6.14	5.50
Väriluku, Pt mg/l	400	400	120	140	320
Kok.-N, µg/l	1060	550	420	460	490
Nitraatti-N, µg/l	22	10	16	14	28
Ammonium-N, µg/l	30	16	14	12	10
Kok.-P, µg/l	110	62	28	34	51
Fosfaatti-P, µg/l	82	35	6	9	29
Kloridi, mg/l	2.0	1.5	0.8	1.2	1.8
Fe, µg/l	4600	4100	1200	1500	3000
Mn, µg/l	110	84	53	61	74
KMnO <sub>4</sub> , mg/l	42.7	40.4	14.9	16.1	34.7
Näkösyvyys, m	0.40	0.45	1.20	1.20	0.50
Paikalla vettä, m	0.40	0.55	1.65	2.60	1.40

VAAH20B.TAB

saan kasvillisuuden ravinteiden otosta. Talvikauden vesinäytteet Keskijärvestä (Kokko 1988) ovat peräisin järven keskittienoilta, Kutujoen läpivirtausalueelta, eivätkä siten anna oikeaa kuvaa Keskijärven länsi- ja itäosista (pisteet W, E ja S), joissa järven mataluuden seurauksena vallitsevat talvella vähähappiset olosuhteet laajojen alueiden ollessa pohjiaan myöten jäässä.

Yläjärven veden koostumus poikkeaa selvästi kahden muun järven sekä Kutujoen vedestä (Taulukko 2). Sen sähköjohtokyky ei ole mainittavasti suurempi kuin muissa vesissä, mutta sen veden väri on vahvasti ruskeaa, sen kokonaistyyppi, kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori ovat eutrofisen järven tasolla ja sen kokonaisrautapitoisuus on erittäin korkea. Mineralisoituneen tyyppien määrä on kuitenkin matala, ja siinä nitraattia on suorastaan niukasti ja ammoniumia kohtalaisesti, mikä taas on happamille suoovesille ominainen piirre. Vahva ruskea väri (Pt 300-350 mg/l) päästää upos-putkilokasveille välttämättömän 2%:n minimivalon määrän vain vajaan metrin syvyyteen (Mäkirinta 1976, 1992).

Tulvakausia lukuunottamatta Yläjärveä sen itälaidasta sivuava Kutujoki ei laske paljoakaan vesiään itse Yläjärveen, vaan järveen laskevat kaksi puroa (Rasinoja ja Tolkanoja) ruokkivat sitä ja määräävät sen veden laadun. Vesianalyysit (Taulukko 3) näiden purojen vesistä osoit-



tavat tämän kiistatta. Korkeat humus-, typpi-, fosfori- ja rautapitoisuudet ovat näissä puroissa samaa luokkaa kuin itse Yläjärven, ja esim. raudan osalta lähes identtiset (vrt. pisteiden A ja B arvoja pisteiden C ja D arvoihin).

Yläjärven vedet laskeutessaan luusuansa kautta Kutujokeen vaikuttavat toisaalta Kutujoen veden laatuun: useimpien parametrien kohdalla vaikutus on 10-20% luokkaa Yläjärven veden suuntaan, eräiden harvojen kohdalla alempi, niinpä johtokyky ei ollut muuttunut lainkaan (vrt. paikkoja E ja F, Taulukko 3). Fosfaattifosforin pitoisuus on kohonnut (6 g:sta 9 g:aan/l) ja vaikuttanee hivenen kohottavasti Keskijärven trofiaan.

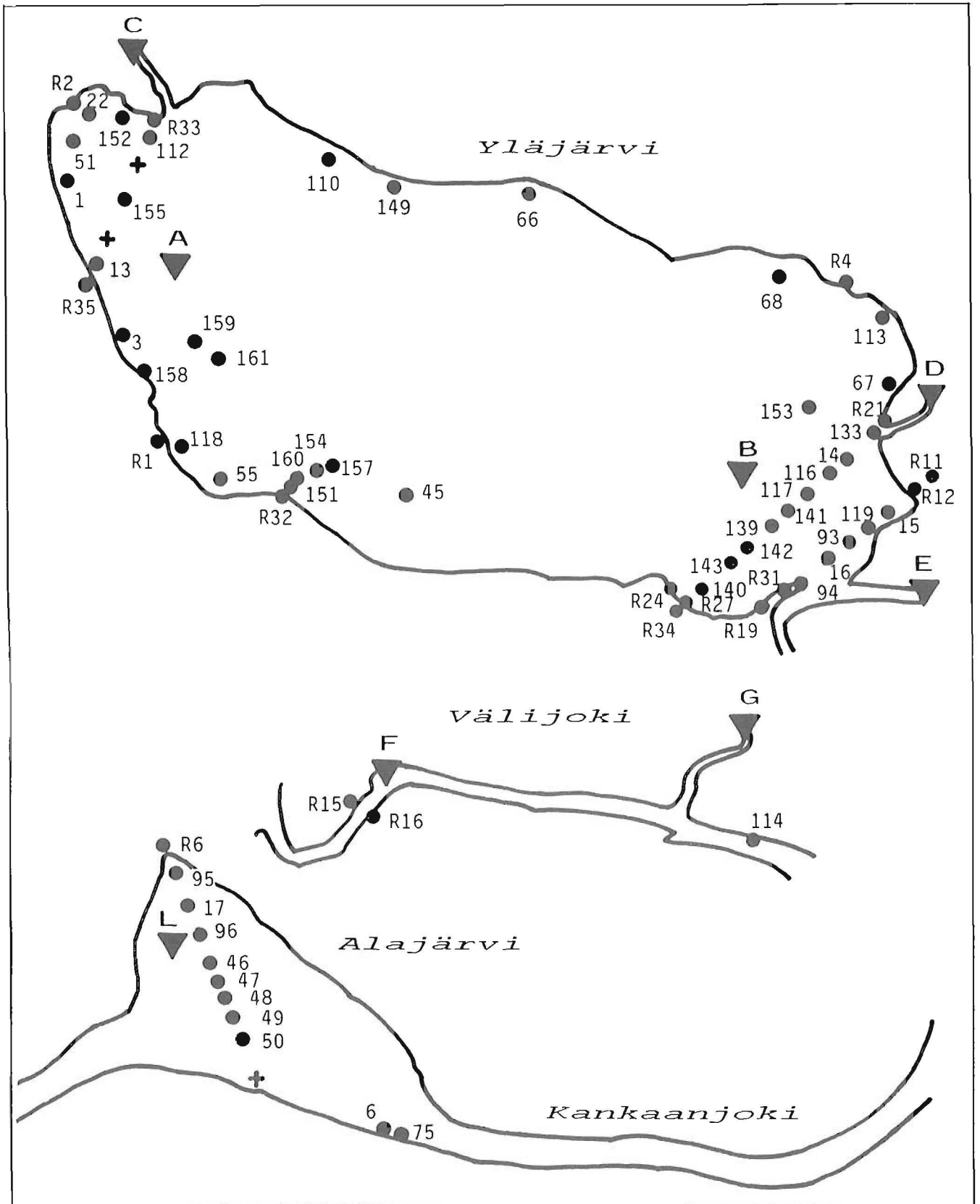
Talven olosuhteissa (2.4.1987) Yläjärvi ja Keskijärvi ovat laajoilla aloilla pohjiaan myöten jäässä, vapaan veden määrä samoinkuin happipitoisuus ovat erittäin alhaisia ja rautapitoisuus on silmiinpistävän korkea, 7100 g/l, sekä fosfaattifosfori huomattava, 47 g/l (Kokko 1987: taulukko s. 86). Korkeaa rautapitoisuus (yli 3.5 mg/l) aiheuttaa eräille lohikaloille kuolleisuutta, jonka syyt ovat kuitenkin välillisiä (Sprague 1966), mutta talvehtiville, lepotilassa oleville suurkasveille sillä ei tiettävästi ole ratkaisevaa merkitystä. Talvella veden virtaama Yläjärven luusuan kautta Kutujokeen ja sitä kautta Välijokeen, Keskijärveen ja Alajärveen lienee normaalisti lähellä nollaa. Kevättulvien alkaessa purkautuu kuitenkin Yläjärvestä melkoisia rauta-, typpi- ja fosforimääriä selvästi happamien (pH 5.5 näytteessä 2.4.1987, Kokko 1988) sulamisvesien mukana alempana oleviin vesiin. Ainakin korkeat rautapitoisuudet johtuvat aivan ilmeisesti turvemaiden runsaista ojituksista, joiden on todettu mobilisoivan maaperän rautaa (Heikkinen 1990).

Alajärvi on oikeastaan vain Kutujoen laajentuma, suvan- to, jonka veden laatu muuttuu jokiveden mukana. Sen luoteisesta lahdesta (piste L) otettu näyte erottuu vain hyvin vähän itse Kutujoen vedestä otetusta näytteestä.

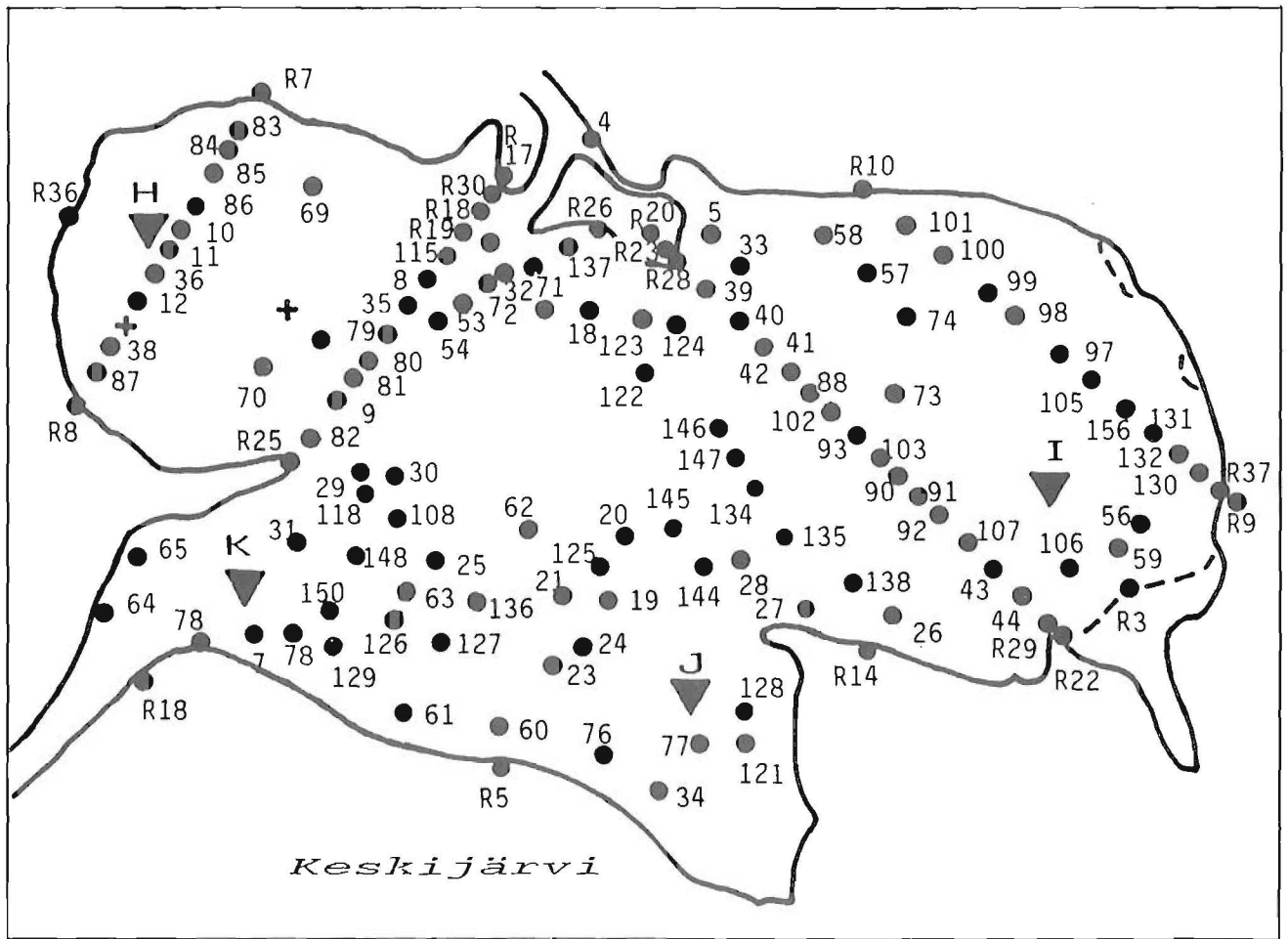
## 4 KASVILLISUUS

### 4.1 KASVILLISUUDEN TUTKIMUSMENETELMÄT

Tavoitteena oli selvittää tutkittavien vesien suurkasvillisuuden rakenne, sekä synusiaalinen eli kerrosrakenne että floristinen kokoonpano, sen tyypittely, luokittelu ja levinneisyys näissä vesissä. Nämä päämäärät olivat saavutettavissa hankkimalla pystysuorat ilmakuvat, tutkimalla niistä näkyvien kasvillisuuskuvioiden kokoonpano maastossa, tekemällä riittävä määrä näytaloja ja analysoimalla näytealat klusterointi- ja ordinaatiomenetelmillä. Tulosten ekologisessa tulkinnessa nojaututaan mittauksen ohella kasvilajien ja kasvillisuusyksiköiden antamaan, ennestään tunnettuun tietoon. Välillinen tavoite oli saada selko kyseisten järvien ekologisesta tilasta niiden kunnostusta ajatellen.



Kuva 2A. Kasvillisuusnäytealojen sijainti (1-161: vesikasvillisuusnäytealat, R1-R37: maanviljelyn näytealat) ja vesinäytteiden ottopaikat (kolmiot A-L) tutkimusalueelta; Keskijärven osalta samat tiedot kuvassa 2B. Kasvillisuuslinjoilata tehdyt tyhjät näytealat (5 kpl) on merkitty ristillä (+) ilman numerointia.



Kuva 2B. Kasvillisuusnäytealojen sijainti ja vesinäytteiden ottopaikat Keskijärvessä. Lisäselityksiä kuvassa 2A.

Tutkimus koostui seuraavista osatöistä:

1. lähes pystysuorat ilmakuvat (värilliset diakuvat), kuvaus 22.7.89;
2. täysin pystysuorat ilmakuvat (mustavalkeat), kuvaus 9.8.89;
3. kasvillisuuskuvioiden piirtäminen ilmakuvista välittömästi ja kuvioiden sisällön tarkistus dominoivien lajien osalta maastossa heinä-elokuussa sekä puhtaaksi piirustus myöhemmin;
4. näytealojen kerääminen ranta- ja vesikasvillisuudesta (Kuva 2): vedestä 161 numeroitua ja muutama tyhjä ja maarannalta 37 näytealaa; valtaosa (yli 90%) näytealoista tehtiin ajanjaksona 7.7.- 26.7.89, loput myöhemmin, pääasiassa 6.-14.8.89; vedessä olevat näytealat tehtiin veneestä käsin käyttäen sopivia apuvälineitä (Mariston haraa, tavallista rautaharavaa, vesikiikaria, pohjakauhaa ja 1 m<sup>2</sup>:n puukehikkoa apuneliöitä varten itse näytealojen ollessa pääsääntöisesti 25 m<sup>2</sup>;

5. joukko ekologisia mittauksia kenttätöiden yhteydessä heinä-elokuussa (pohjan laatu ja veden syvyys kaikilta näytealoilta, muutama tarkempi liejuanalyysi kultakin järveltä, samoin näkösyvyys, veden lämpötila, ympäristön mahdolliset saastelähteet yms) sekä kaksi vesianalyysisarjaa (Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin laboratorio);  
 6. näytealamateriaalin ryhmittely klusterointi- ja ordinaatiomenetelmillä käyttäen tietokoneohjelmia GROUPAGE (Hajdu, Uppsala, ks. Andersson 1988), TABORD (van der Maarel, Janssen & Louppen 1978) ja ORDINA (Roskam 1971);  
 7. tulosten tulkinta ja yhteenveto nojautuen käytettävissä olevaan aineistoon.

Putkilokasvien nimistössä seurataan Retkeilykasvion (Hämet-Ahti et al. 1986) nimistöä, ja muiden kasvien kohdalla nimessä on auktorin lyhenne (Taul. 9). Tieteelliset lajinimet on kursivoitu, mutta eivät kasvillisuusyksiköt, vaikka niissä esiintyisi tieteellinen lajinimi.

## 4.2 VESIKASVILLISUUS

### 4.2.1 Synuusiot ja formaatiot

Vesikasvillisuuden, kuten kasvillisuuden yleensäkin, jaottelu voidaan tehdä monella tavalla. Suuret linjat tulevat ehkä parhaiten ja yleistajuisimmin esille käytettäessä suuria formaatio-yksiköitä, joiden perustana ovat synuusiokombinaatiot. Nämä puolestaan perustuvat kussakin kasvillisuudessa tavattaviin elomuotoihin (Mäkirinta 1978 b).

Elomuodoilla on vahva ekologinen tausta ainakin silloin kun niiden perustana ovat ekologis-morfologiset rakennepiirteet (Mäkirinta 1978b). Samaa elomuotoa edustavat lajit muistuttavat toisiaan tietyissä suhteissa ja ovat useimmiten helposti tunnistettavissa. Samaan elomuotoon kuuluvat lajit muodostavat kasvillisuuteen synuusioita, joiden synonyyminä käytetään usein kasvillisuuskerrosta.

Samassa synuusiossa voi olla hyvinkin erikorkuisia lajeja, esim. rantaluikka (*Eleocharis palustris*, korkeus 20-40 cm) ja järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*, korkeus 2-3 m) kuuluvat samaan helofyyttisyneuusioon, mutta edustavat siinä kahta eri kerrosta. Asiayhteydestä tulee selvitä, kummasta nimittelystä kulloinkin on kysymys.

Samaan formaatioon (tai subformaatioon) luetaan ne kasvillisuuden osat (kasvustot tai kuviot), joilla on sama synuusiokombinaatio ja sama synuusio (tai synuusio pari) vallitsevana. Tutkimusalueen vesien elomuodot, synuusiot ja formaatiot on esitetty taulukossa (Taulukko 4).

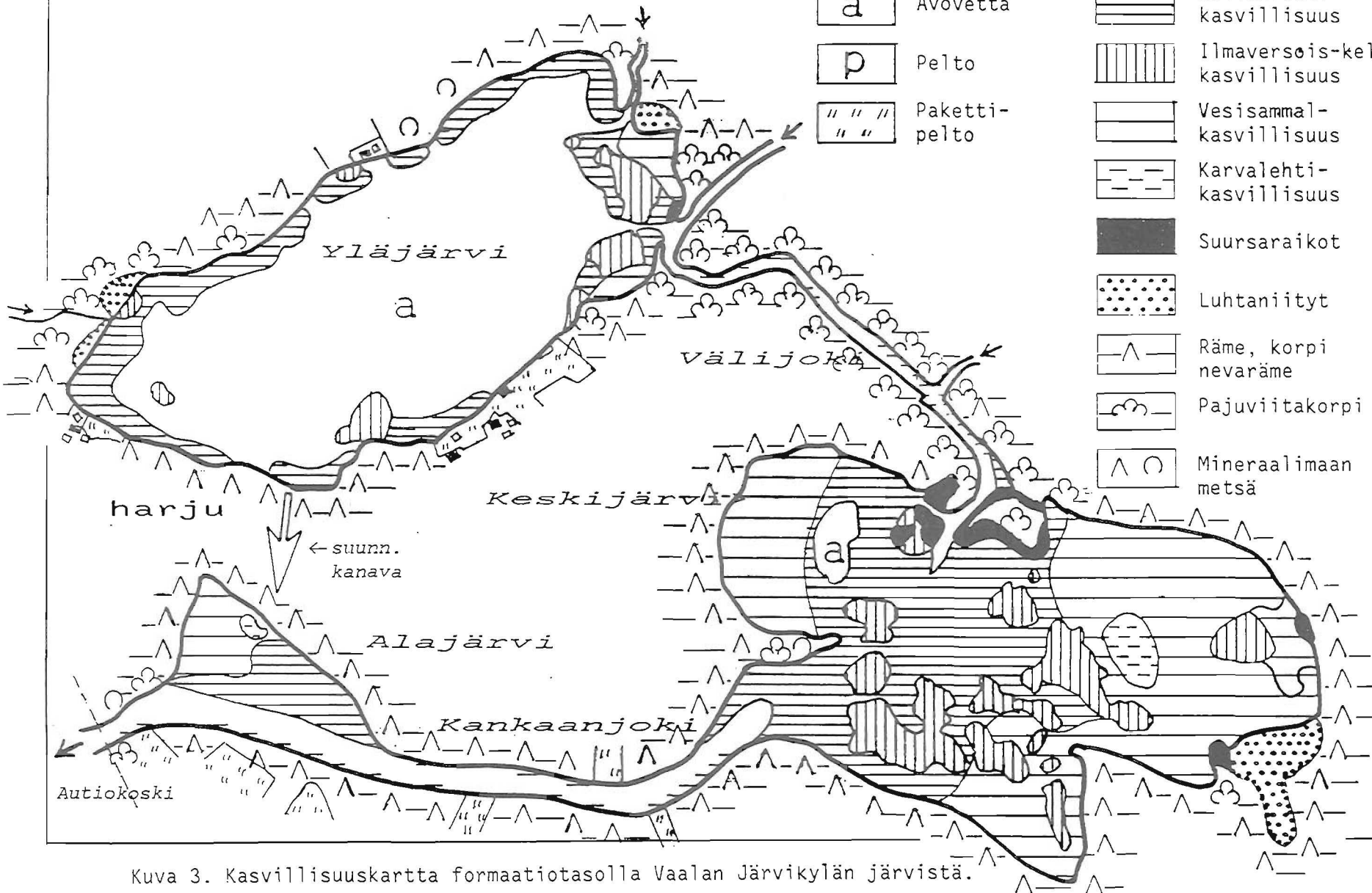
Tutkituista vesistä löytyi lisäksi niukasti charofyytti-elomuotoa (*Nitella flexilis*), joka on läheinen elodeidi-elomuodolle, sekä vielä niukemmin isoetidi-elomuotoa (*Ranunculus reptans*). Täällä yleiset vesien suursarat kuuluvat helofyytteihin, ja niiden dominoma kasvillisuus muodostaa oman subformaation.



# KASVILLISUUSFORMAATIOT

- a Avovettä
- p Pelto
- " " " Paketti-  
pelto

- Kelluslehti-  
kasvillisuus
- Ilmaversois-kelluslehti-  
kasvillisuus
- Vesisammal-  
kasvillisuus
- Karvalehti-  
kasvillisuus
- Suursaraikot
- Luhtaniityt
- ^^ Räme, korpi  
nevaräme
- ~~ Pajuviitakorpi
- ^o Mineraalimaan  
metsä



Kuva 3. Kasvillisuuskartta formaatiotasolla Vaalan Järvikylän järivistä.

Taulukko 4. Vesikasvien elomuodot, synuusioiden kehittyneisyys ja formaatiot Vaalan Järvikylän järvissä. Synuusioiden kehittyneisyys: xxx = hyvin kehittynyt, xx = kohtalaisesti kehittynyt, x = heikosti kehittynyt, (x) = puuttuu usein.

Formaatio ->	Helofyytti- nymfeidi-f.	Nymfeidi- f.	Cerato- fyllidi-f.	Bryidi- f.
Form:n lyhenne ->	HeNyVeg	NyVeg	CerVeg	BrVeg
Helofyytti-synuusio	xxx	(x)	x	x(x)
Nymfeidi-synuusio	xx	xxx	x	x(x)
Elodeidi-synuusio	(x)	(x)	x	(x)
Ceratofyllidi-syn.	(x)	(x)	xxx	(x)
Lemnidi-synuusio	(x)	(x)	(x)	(x)
Bryidi-synuusio	x(x)	x(x)	xx	xx

Kasvillisuus peittää 66.0 ha eli 64.0 % järvien pinta-alasta (Taulukko 5 ja Kuva 3). Välijoen ja Kankaanjoen niukan kasvillisuuden peittävyysmittaus on vaikea, mutta se lienee 20% tienoilla niiden 4 ha:n pinta-alasta. Järvien kasvillisuus jakautuu formaatioiden kesken siten, että eniten on kelluslehti-formaatiota (26.5 ha/40.2 %) ja sitten seuraavat vesisammalikot (23.6 ha/35.8 %), helofyytti-nymfeidi-formaatio (yht. 14.7 ha/22.3 %: ilmaversoiskasvillisuutta 10.8 ha/ 16.4 % ja suursaraikkoa ja luhtaniittyä 3.8 ha/ 5.8 %).

Yläjärven avovesialue suhteellisen suuri ja kasvillisuus peittää vain neljänneksen pinta-alasta, kun taas Keskijärven peittävyys on lähes täydellinen (96.3 %) ja Alajärvenkin korkea (77.4 %).

Taulukko 5. Kasvillisuuden pinta-aloja (ha, %) formaatitasolla (= peittävimman kerroksen mukaan) tutkituissa järvissä. Viimeinen sarake = kasvillisuussyksikön %-osuus järven kasvipeitteestä.

Järvi	Yläj.	Keskij.	Alaj.	Yht.	
Järvien pinta-ala, ha	45.7	51.3	6.2	103.2	
Kasvillisuus yht. ha	11.8	49.4	4.8	66.0	100.0%
Kasvillisuuden peitt. p:sta %	25.4	96.3	77.4	64.0	
Helofyytti-nymfeidikasvillisuus	4.2	10.4	0.1	14.7	(22.3 %)
-Suursaraikot ja luhtaniityt	0.9	2.9	0.1	3.9	( 5.9 %)
-Ilmaversoiskasvillisuus	3.3	7.5	0.0	10.8	(16.4 %)
Kelluslehtikasvillisuus	6.0	17.5	3.0	26.5	(40.2 %)
Karvalehtikasvillisuus	0.0	1.0	0.1	1.1	( 1.7 %)
Vesisammalikot	1.4	20.5	1.7	23.6	(35.8 %)



Taulukko 7. Kelluslehti- eli nymfeidikasvillisuus. Kasvillisuuden klusterointi TABORD-ohjelmalla perusklustereihin, klusterit: 3.Nup, Nuphar pumila, 4.Spss, Sparganium sp., 5.Pnat+Nul, Potamogeton natans + Nuphar lutea, 6.Nul, Nuphar lutea, 7.Pnat, Potamogeton natans, 8.Spgr, Sparganium gramineum, 9.Spem+Pperf, Sparganium emersum + Potamogeton perfoliatus, 10.Span, Sparganium angustifolium, 11.Nulxp, Nuphar lutea x pumila.

Klusterin no.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Klusterin lyhenne	Nup	Spss	Pnat+ Nul	Nul	Pnat	Spgr	Spem+ Pper	Span	Nulxp
Näytealan no.	000000000	00000111	00000	000000011	00011	00011	00001	000	000
	122333466	56779134	00135	000000111	57800	66711	55772	788	235
	915023923	56584290	58454	123467334	16289	89001	23120	901	910
2 <i>Nuphar pumila</i>	766977656	111-2--2	3156-	-----	--1--	-42--	--25-	111	--2
9 <i>Sparganium</i> sp.	144-61-64	86855625	-15-4	--2-11---	-----	-----	-----	---	112
10 <i>Potamogeton natans</i>	341--1--8	3--3----	65436	--11-1---	26669	1----	-133-	---	5--
1 <i>Nuphar lutea</i>	-----	---24-1-	56555	565969559	-23--	-----	-33--	1--	---
8 <i>Sparganium gramineum</i>	-----1--	-----	-----	1-----	-----	66567	-----	---	---
7 <i>Sparganium emersum</i>	-----	-----	1----	-1-1--1--	-----	-----	5687-	---	---
14 <i>Potamogeton perfoliatus</i>	--1-----	----3---	----5	---1-----	-----	-----	84-78	---	---
4 <i>Nymphaea candida</i>	1---5----	-----	-5--7	-----	-----	-----	685--	---	---
6 <i>Sparganium angustifolium</i>	-----	-----	---4-	-----	-----	-----	-----	554	---
3 <i>Nuphar lutea x pumila</i>	--1----11	-----	-----	-----	-----	-----	5----	---	995
22 <i>Alisma plantago-aquatica</i>	--1111---	--1-----	11---	---1-1---	-11--	-----	--1--	---	12-
23 <i>Equisetum fluviatile</i>	-----	---1-----	-----	-----1---	-12--	-----	-----	---	1--
18 <i>Utricularia vulgaris</i>	-1-----	--3-----	-----	----2----	-5---	-----	-----	-1-	---
21 <i>Drepanocladus trichophyllus</i>	-----2---	--1-----	-1---	---1-----	-----	-----	-----	---	---
17 <i>Ceratophyllum demersum</i>	-----1---	-----	1---1	-----	-----	-----	-----	---	---
19 <i>Lemna minor</i>	-1-----	---1-----	-----	-----1---	-----	-----	-----	---	---
20 <i>Nitella flexilis</i>	--1-----	---1-----	-----	-----8---	-----	-----	-----	---	-5-
15 <i>Callitriche cophocarpa</i>	-1-----	-----	-----	-----1---	-----	-----	1----	---	---
11 <i>Potamogeton gramineus</i>	----4----	-----	-----	-----	-----	-----	1--6-	---	---
13 <i>Ranunculus peltatus</i>	-----	-----	1----	-----	-----	-----	1----	---	---
16 <i>Potamogeton berchtoldii</i>	-----	-----	---1	-----	-----	-----	---1-	---	---
5 <i>Nymphaea tetragona</i>	-----	-----	-----	1-----	5----	-----	-----	---	---
12 <i>Myriophyllum alterniflorum</i>	-4-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---



kelluslehtisten kanssa, mutta erittäin harvassa, joten sen kasvustot eivät kuulu täällä helofyyttiformaatioon.

Suursaraikot voidaan lukea vesikasvillisuuden piiriin ja silloin tämän formaation piiriin. Keskijärvellä Välijoen suulla ja jonkin verran muuallakin tavataan laajajakoja vesisaran (*Carex aquatilis*), viiltosaran (*C. acuta*) ja pullosaran (*C. rostrata*) dominoimia kasvustoja. Ne kasvavat kuitenkin täällä pääosin kesän alaveden yläpuolella ja voidaan siten viedä ehkä paremmin maarannan kasvillisuuteen. Näiden lajien kasvustoja nimitetään kuitenkin yleisesti vesisarakoiksi, ja ne on laskettu mukaan vesikasvillisuuden pinta-aloihin samoin kuin niitä lähellä olevat luhtaniityt (Taulukko 5). Kummankin kasvustotyyppin lajistoa on nähtävissä maarannan kasvillisuustaulukossa (Taulukko 10).

#### 4.2.3 K e l l u s l e h t i k a s v i l l i s u u s

Kelluslehtisten dominoima kasvillisuus (Taulukko 7) on tutkitussa järvirymässä laajimmalle levinnyt formaatio (NyVeg) peittäen n. 40 % vesipinnasta ja muodostaen n. 26 % kasvillisuudesta (Taulukko 5). Nymfeidiformaatio on täällä siis hyvin laaja ja sen kelluslehtikerros saavuttaa erityisen suotuisissa paikoissa yli 80 % peittävyys, joskin normaali peittävyys on vain 10- 30 %.

Dominantteina esiintyvät ulpukka (*Nuphar lutea*), konnanulpukka (*N. pumila*) ja niiden risteytymä (*N. lutea x pumila*), pohjanlumme (*Nymphaea candida*), uistinvita (*Potamogeton natans*), siimapalpakko (*Sparganium gramineum*), rantapalpakko (*S. emersum*) ja näiden risteytymä (taulukossa viety nimeen: *S. sp.*) ja harvinaisempina kaitapalpakko (*S. angustifolium*) ja suomenlumme (*Nymphaea tetragona*).

Nymfeidikasvustoissa on mukana melkein aina myös muita synuusiota kuten kaavio edellyttää (Taulukko 4). Ilma-versoisiakin voi olla mukana, tosin vain erittäin harvassa, esim. korte, kaisla ja ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*). Kaikki järven uposvesilehtiset eli elodeidit kasvavat tässä formaatiossa, tosin vain harvoin runsaina. Näistä mainittavimpia ovat ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*), heinävita (*Potamogeton gramineus*), joka matalassa kasvaessaan kehittää myös kelluslehtiä, edelleen täällä harvinaiset pikkuvita (*Potamogeton berchtoldii*), ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum*) ja järvisätkin (*Ranunculus peltatus*). Ceratophyllideistä tavataan paikoin karvalehteä (*Ceratophyllum demersum*) ja isovesihernettä (*Utricularia vulgaris*), lemnideistä pikkulimaskaa (*Lemna minor*) ja charideista eli näkinpartaisistakin edustajia (*Nitella flexilis*). Vesisammalten dominoimien alueiden lähellä tavataan usein kelluslehtikasvillisuudessakin sammalia (*Drepanocladus trichophyllus*).

Edellä esitettyä kahta formaatiota ekologisesti tarkastellen voidaan todeta, että helofyytti-nymfeidiformaatio

Taulukko 8. Vesisammalikot. Vesikasvillisuuden näytealojen klusterointi TABORD-ohjelmalla perusklustereihin, klusteri 2. Drtr, Drepanocladus trichophyllus-klusteri.

[illegible]

VAA2B.DAT

esiintyy keskimäärin matalammassa vedessä kuin nymfeidi-formaatio. Yksityiskohdissa esiintymät eivät noudata syvyysskäyriä, vaan monet muut ekologiset seikat kuten pohjan laatu ja keskinäinen kilpailu vaikuttavat rajojen kulkuun.

#### 4.2.4 V e s i s a m m a l i k o t

Pitkänpyöreän keskijärven molemmat päät ovat laajojen vesisammalikkojen vallassa peittävyuden ollessa usein yli 80 % (Taulukko 8, Kuvat 3 ja 5). Myös Alajärven sammalsynuusio on varsin hyvin kehittynyt, mutta Yläjärven sen esiintyminen rajoittuu Kutujoen veden vaikutuspiiriin järven itäpäässä. Tavallisesti ne ovat pohjanmyötäisinä mattoina, mutta loppukesästä 1989 sammal-kerros nousi laajoilla aloilla aivan veden pintaan asti varsinkin Keskijärven länsipäässä. Kauempaa katsoen vesisammalikat eivät näy lainkaan pintaan, vaan alue on harvan tai harvahan kelluslehtikasvillisuuden peitossa. Kasvillisuuden luokittelussa sammalsynuusiota pidetään usein toisarvoisena putkilokasvisynuusioiden (kerroksiin) nähden, ja sitä käytetään erottamaan vain varianttitason yksiköitä (Mäkirinta 1978a). Tällä vesisammalet ovat kuitenkin siksi tärkeä kasvillisuuden elementti, että ne on syytä painottaa täysimääräisesti myös korkeimmalla luokittelun tasolla bryofyyttiformaationa.

Itse sammalsynuusio näyttäisi näissä järvissä koostuvan pääasiassa lampisirppisammalesta (*Warnstorfia trichophylla* = *Drepanocladus trichophyllus*). Muutamasta kohden upoksista on löydetty myös rahkasammalia (*Sphagnum* sp.), joita kasvaa maakasvillisuudessa rantojen rämeillä ja korvissa yleisesti ja runsaina. Putkilokasvit ovat seuralaislajistossa yleisiä, mutta niiden runsaus vaihtelee suuresti. Yleisimpiä lajeja ovat *Nuphar pumila*, *Potamogeton natans*, *Sparganium gramineum*, *Ceratophyllum demersum* ja *Utricularia vulgaris*, jotka voivat esiintyä myös varsin peittävinä. Merkillepantavasti *Nuphar lutea* on sirppisammalalueella paljon harvinaisempi kuin *N. pumila*. Muusta lajistosta on paikoitellen mukana *Equisetum fluviatile* (runsaanakin), samoin ratamosarpio (niukkaana). Elodeideista on mainittava *Potamogeton perfoliatus*. Eräitä muitakin lajeja tavataan niukasti (Taulukko 8).

#### 4.2.5 K a r v a l e h t i k a s v i l l i s u u s

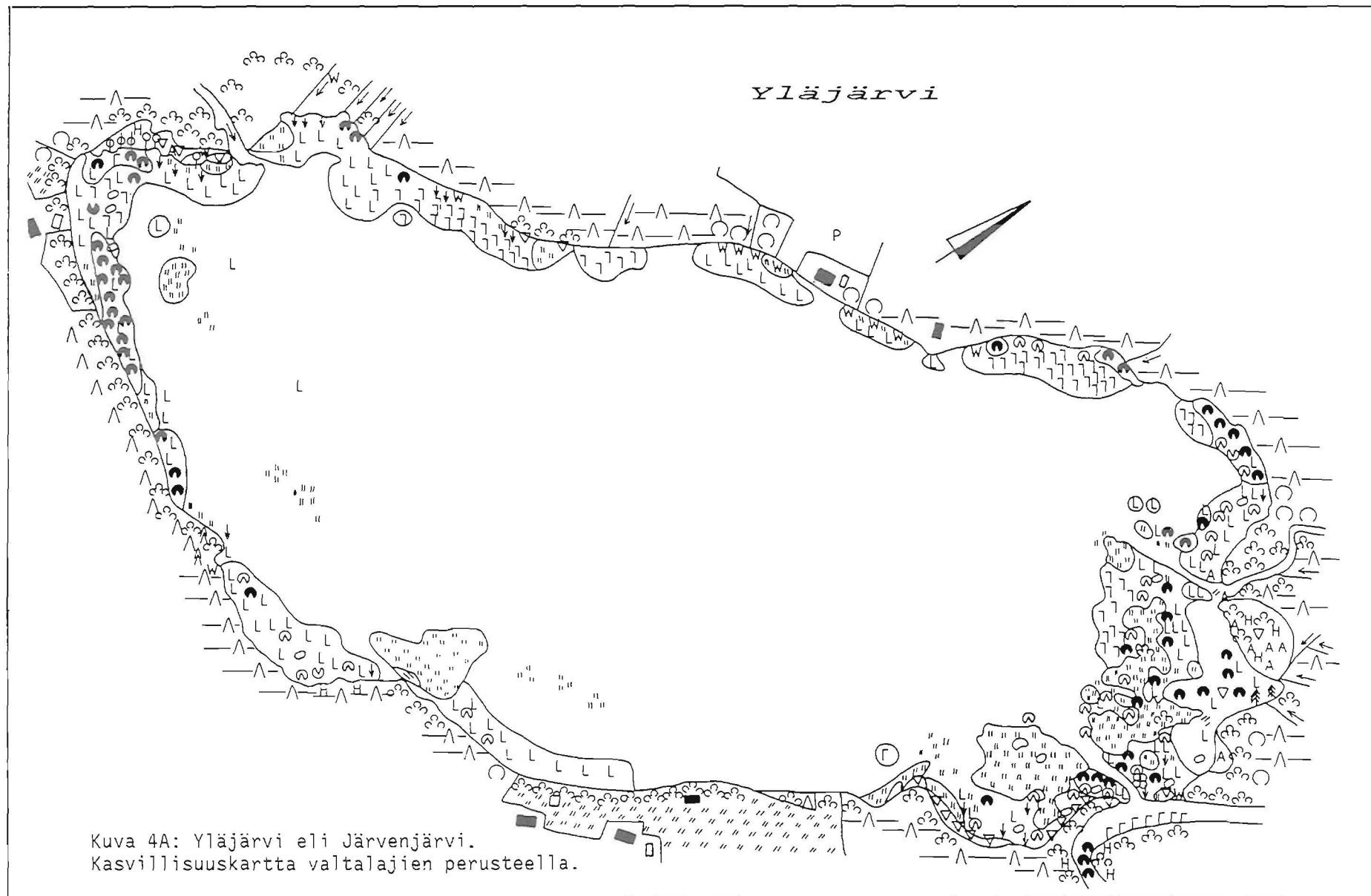
Keskijärven itäosan keskellä esiintyy laajalla alueella vesisammalikoissa ja kelluslehtikasvillisuudessa yleisesti vedenalaista irtokellujaa, karvalehteä (*Ceratophyllum demersum*), jonka runsaus kuitenkin on yleensä alhainen. Pienehköllä, n. 1 ha:n alueella karvalehden edustama synuusio saavuttaa dominoivan aseman, joten siinä voidaan puhua jopa karvalehtisformaatiosta (CerVeg). Itse karvalehden ohella siinä kasvaa melko yleisesti samaan elomuotoon kuuluvaa isovesihernettä (*Utricularia vulgaris*). Muut seuralaislajit ovat pääosin samat kuin vesisammalikoissa (Taulukko 8).

VAALAN JÄRVIKYLÄN JÄRVIER  
KASVILLISUUSKARTTA  
VALTALAJIEN PERUSTEELLA

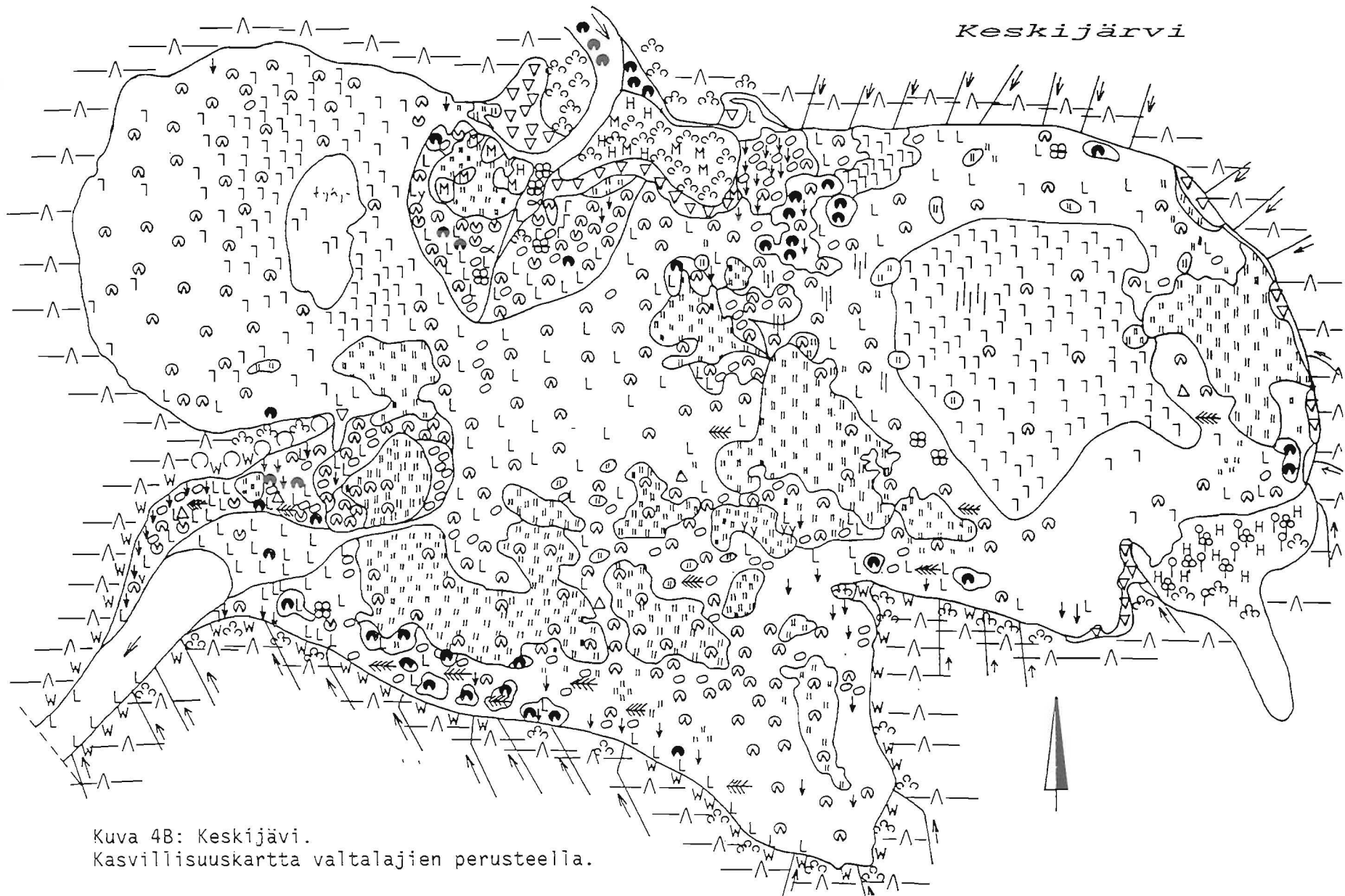
MERKIT :

○	lehtimetsä	☼	pohjanlumme
△	mäntymetsä	☾	suomenlumme
▲	kuusimetsä	7	siimapalpakko
—△—	räme	┌	rantapalpakko
—▲—	korpi	└	palpakko
P	pelto	↓	ratamosarpio
„ „ „ „	pakettipelto	M	viiltosara
☺	pensaikko	▽	pullosara
„ „ „ „	järvikorte	W	sara
	järvikaisla	♀	kurjenjalka
⊗	ahvenvita	♂	vehka
α	heinävita	H	heinä
○	uistinvita	⊗	raate
▲	vesikuusi	γ	terttualpi
◀◀◀	isovesiherne	A	vesisara
☐	ulpukka	„ „ „ „	rantaluikku
☉	konnanulpukka		

Kuva 4. Kasvillisuuskartta valtalajien perusteella laadittuna (kuitenkin ilman vesisammalia ja karvalehteä) Vaalan Järvikylän järvistä. 4A: Yläjärvi, 4B: Keskijärvi, 4C: Alajärvi, Kankaanjoki ja Välijoki.

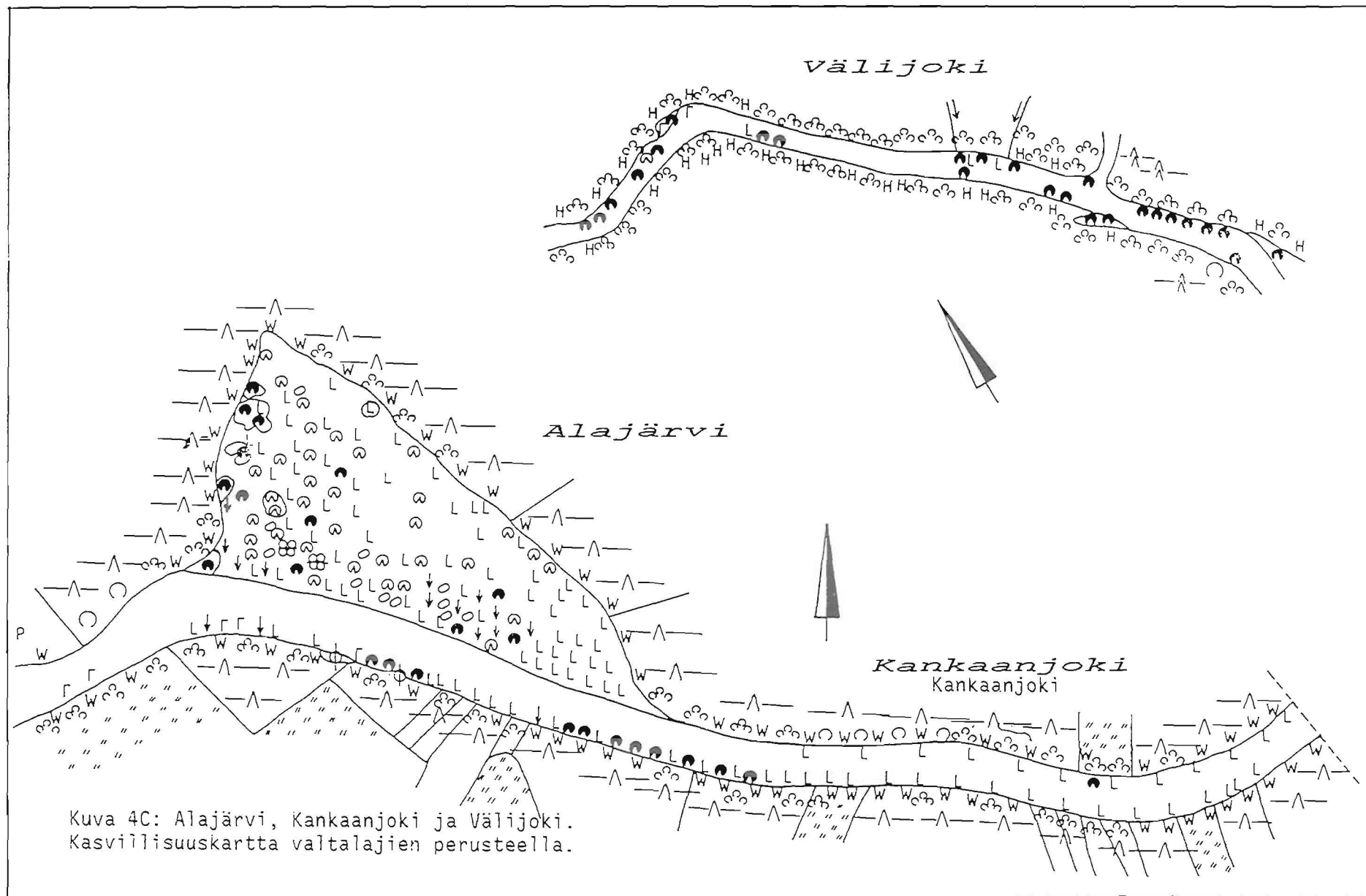


Keskijärvi



Kuva 4B: Keskijärvi.  
Kasvillisuuskartta valtalajien perusteella.





Karvalehteä pidetään eutrofisena lajina, ja sen esiintyminen suhteellisen vähäravinteisessa Keskijärvessä on jossakin määrin odottamatonta. Matala järvi on kuitenkin lämmin kasvupaikka, jossa runsasravinteisesta liejupohjasta tihkuu veteen tarpeellinen määrä typpi- ja fosforiravinteita kesäaikanakin. Karvalehden kasvustot esiintyvät täällä valtaosaltaan pohjanmyötäisinä mattoina. Talvehtimisolosuhteet saattavat olla sille vaikeat. Alajärven pieni karvalehtiesiintymä sijaitsee samanlaisissa ympäristöolosuhteissa.

#### 4.2.6 M u u v e s i k a s v i l l i s u u s

Vesilehti- eli elodeidisynuusio on Keskijärvellä yleinen, mutta laikuttaisena ja yleensä heikosti kehittyneenä esiintyvä. Formaatiotasolla elodeidikasvillisuuden (ElVeg) dominoima alue tutkituissa järvissä on äärimmäisen pieni: sitä tavataan muutaman aarin alalla Keskijärvessä Välijoen suulla, vuolaan virtauksen alueella, jossa kelluslehtikasvillisuus ei pääse kehittymään kunnolla, ja rippeinä Välijoessa sekä jokunen laikku Keskijärven keskelläkin. Lajeina ovat elodeideista (lähes) kelluslehtetön heinävita (*Potamogeton gramineus*), ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum*), järvisätkin (*Ranunculus peltatus*) ja isovesitähti (*Callitriche cophocarpa*) ja nimeksi muitakin elomuotoja: kelluslehtisiä, näkinpartaisia ja ilmaversoisia.

Elodeidikasvillisuuden puuttuminen Yläjärvestä johtuu aivan ilmeisesti veden heikosta valoilmastosta. Alajärvessä elodeideja on (mm. *Potamogeton perfoliatus* ja *Myriophyllum alterniflorum*), mutta ne eivät muodosta siellä itsenäisiä kasvillisuusyksiköitä.

#### 4.2.7 F l o r i s t i s e t k a s v i l l i s u u s t y y p i t

##### 4.2.7.1 Suomalaiset tyypit

Formaatiotasolla tapahtunut kasvillisuuskuvaus antaa päälinjat kasvillisuuden rakenteesta. Erillisten lajien dominanssiin perustuva kasvillisuuskuvaus kuuluu jo floristisen kuvauksen piiriin, ja sitä edustaa oheinen laaja kasvillisuuskartta (Kuva 4), jossa kuitenkin tärkeät vedenalaiset komponentit, vesisammalet ja uposkarvalehti ovat jääneet vaille huomiota. Kun vain 1-2 valtalajia voidaan piirtää samaan kuvioon, saadaan kokonaislajistosta ja sen trofiasta vajavainen kuva. Se antaa kuitenkin lajitasolla, tässä tapauksessa varsin runsaasta kelluslehtilajistosta havainnollisen kuvan.

Florististen tyyppien määrittämisellä ja käytöllä pyritään antamaan yksityiskohtaisempi kuva kasviyhdyksunnista. Jos ne onnistutaan saamaan myös ekologisesti kohdullisen homogeenisiksi, ovat ne käyttökelpoisia myös järven ekologisen tilan kuvaajina.

Tutkituista vesistä löytyivät seuraavat suomalaisen ekologis-floristisen luokittelun tyypit (nimiä ei kursivoi-da!), joista useimmat ovat jo ennestään kuvattuja ja käytettyjä (Mäkirinta 1978a):

Nuphar-Utricularia vulgaris-suurtyyppi (NuUtrGT),  
 HeNy-Utricularia-tyyppi (HeNyUtrT),  
 Ny-Utricularia-tyyppi (HeNyUtrT),  
 Ny-Ceratophyllum-Utricularia-tyyppi (NyCerUtrT),  
 Nuphar-Potamogeton perfoliatus-suurtyyppi (NuPperfGT),  
 Ny-Potamogeton perfoliatus-Myriophyllum alterniflorum-tyyppi (NyPperfMaltT),  
 Ranunculus peltatus-Myriophyllum alterniflorum-tyyppi (RpeltMaltT),  
 Suursaraikot (vesisaraikot, CxVeg, useita tyyppejä),  
 Helofyyttitiheiköt (HeD, täällä vain kortetiheiköt).  
 Drepanocladus-tyyppi (DrT) ja  
 Ceratophyllum-tyyppi (CerT).

Järvikylän kolmen järven helofyytti-nymfeidiformaatio ja nymfeidiformaatio kuuluvat lähes kokonaan yhteen ainoaan suureen floristiseen yksikköön, Nuphar-Utricularia vulgaris-suurtyyppiin (lyhenne NuUtrGT, Mäkirinta 1978a). Se esiintyy näillä järvillä useana pienempänä yksikkönä, tyyppinä: helofyytti-nymfeidikasvillisuudessa (tyyppi-merkintä tällöin HeNyUtrT), nymfeidikasvillisuudessa (tällöin NyUtrT; on myös liitetty edelliseen tyyppiin: HeNyUtrT) ja bryidikasvillisuudessa mikäli samalla nymfeidejä ja *Ceratophyllum demersumia* on jonkin verran mukana (tällöin NyCerUtrT; voidaan mahdollisesti liittää varianttina tyyppiin NyMvertUtrT, Mäkirinta 1978a). Itse suurtyyppi (NuUtrGT) on siis fysiognomian puolesta varsin vaihteleva ja floristisestikin kohtalaisen heterogeeninen, varsinaiset tyypit sensijaan edustavat suurempaa fysiognomista ja floristista homogeenisuutta. Karvalahden vahvasti dominoimat kasvustot on vietävä omaan floristiseen tyyppiinsä, *Ceratophyllum*-tyyppiin (CerT), josta tarkemmin edempänä. Kirkkaampien vesien suurtyyppi Nuphar-Potamogeton perfoliatus-Myriophyllum alterniflorum-GT peittää varsin pienen pinta-alan Keskijärvellä. Floristisesti sekä NuUtr-suurtyyppi että varsinaiset tyypit esiintyvät vähälajisina tai korkeintaan keskin-kertaisen rikkaina. Dominantteina helofyyteistä esiintyy vain järvikorte (*Equisetum fluviatile*), nymfeideistä sensijaan varsin monet. Kortteen ohella tyypilliseen lajikombinatioon kuuluvat: *Nuphar lutea* ja/tai *N. pumila* ja niiden risteytymä sekä *Sparganium emersum*, *Potamogeton natans* ja *Utricularia vulgaris*. Yläjärven länsipäässä on pienehkö, harvinaisenpuoleisen suomenlumpeen, *Nymphaea tetragonan* luonnehtima, mutta *Nuphar pumilan* dominoima NyUtrT:n kasvusto. Keskijärvellä nymfeidikasvillisuuden tyyppinä esiintyy NyUtrT:n ohella Nuphar-Potamogeton perfoliatus-suurtyyppi (NuPperfGT, Mäkirinta 1978a), vieläpä varsin monimuotoisena mitä nymfeidikerrokseen tulee (Taulukko 7). Vain klusteria 9.Spem+Pperf voidaan pitää NuPperf-suurtyypin normaalina edustajana, koska siinä on hyvin kehittynyt elodeidikerros, ja muut taulukon (7) klusterit yksittäisiä elodeidipitoisia näytealoja lukuunottamatta sijoittuvat NuUtrGT:iin.

Suurin lajirunsaus saavutetaan NuPperfGT:n kasvustoissa, joita luonnehtivat *Nymphaea candida*, *Sparganium emersum* ja *Potamogeton perfoliatus* seuralaisinaan vaihtelva määrä muita nymfeideja ja elodeideja (Taulukko 7, erityisesti klusteri 9.Spem+Pperf). Tämän tyyppinen kasvillisuus kuuluu NuPperfGT:n yleisimpään eli Nymfeidi-Potamogeton perfoliatus-Myriophyllum alterniflorum -tyyppiin (NyPperfMaltT, Mäkirinta 1978a), joka ilmeisesti aikaisemmin (järven vielä ollessa syvämpi) muodosti Keski-järvellä ja Alajärvellä vallitsevan kasvillisuustyyppin. Järven madalluttua ovat köyhälajisemmat mutta enemmän kasvimassaa tuottavat tyyppit, NyUtrT ja HeNyUtrT päässeet vallalle.

Virtaavassa vedessä Välijoen suulla (Keski-järvessä) ja jonkin verran itse Välijoessa tavataan elodeidikasvillisuutta yhteensä muutaman aarin alalla lajeinaan *Potamogeton perfoliatus*, *P. gramineus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus* ja *Callitriche cophocarpa* (Kuva 4). Se voidaan viedä *Ranunculus peltatus*-*Myriophyllum alterniflorum*-tyyppiin (RpeltMaltT, Mäkirinta 1978a), joka nymfeidikasvillisuuteen rajoittuessa voi ylimenokohdassa muuttua NyPperfMaltT:ksi. Voidaan hyvällä syyllä olettaa, että elodeidityyppi on aikaisemmin ollut ainakin Keski-järvellä paljon nykyistä yleisempi.

Oman floristisen tyyppinsä, *Ceratophyllum*-tyypin (CerT) muodostaa karvalehden dominoima kasvillisuus, jonka valta-alue sijaitsee Keski-järven itäpuoliskossa. Se on lajikoostumukseltaan *Drepanocladus*-tyypin kaltainen ja sijaitseekin viime mainitun tyyppin laajan kasvuston ympäröimänä. Sirppisammal (*D. trichophyllum*) kuuluu täällä yleisimpään seuralaislajistoon, muusta lajistosta mainittakoon *Sparganium gramineum*, *Nuphar pumila* ja *Potamogeton perfoliatus*. Vain kaksi näytealaa edustaa tätä tyyppiä (Taulukko 8: 89 ja 103).

*Drepanocladus*-tyyppi (DrT) on täällä vesisammalikkojen ainoa mainittava floristinen tyyppi (Taulukko 8: lähes kaikki näytealat). Sirppisammalen (*D. trichophyllum*) seuralaislajeina on tavallisesti aina jokunen putkilokasvi, joskin niukkana. Välittävät kasvustot kortteikkoihin, kelluslehtikasvillisuuteen ja karvalehtityyppiin ovat yleisiä, ja tällöin putkilokasvien (*Equisetum fluviatile*, *Nuphar lutea*, *N. pumila*, *Potamogeton natans*, *Sparganium gramineum* ym) yhteinen osuus on jopa samaa luokkaa kuin sirppisammalen. Kun CerT esiintyy tyyppillisesti avoimilla kohdilla, sijoittuvat DrT:n kasvustot Keski-järvellä ja Alajärvellä suojaisiin, seisovan veden umpipusseihin ja Yläjärvellä itäpäähän, jossa vesi on hie-man kirkkaampaa kuin muualla Yläjärvessä.

Keskiveden molemmilla puolilla (kuivina kausina kokonaan vesirajan yläpuolella) esiintyvissä suursarakoissa dominoi täällä kolme lajia: pullosara (*Carex rostrata*), vesisara (*C. aquatilis*) ja viiltosara (*C. acuta*) seurassaan vaihteleva määrä muuta lajistoa. Ne muodostavat näytealaineistossa kaksi floristista tyyppiä (Taulukko 10: klusterit 1 ja 2): runsaslajisemman *Carex aquatilis*-C.

rostrata-tyypin ja niukkalajisemman *Carex acuta*-tyypin. *Carex rostrata* muodostaa sarakasvustoja myös ilman mainittuja kahta muuta saraa, joskin näytealoja puuttuu.

#### 4.2.7.2 Assosiaatiot

Braun-Blanquetin (1964) floristista tyypittelyä käytettäessä Järvikylän vesien kasvustot voidaan ryhmitellä pääasiassa seuraaviin yksiköihin (nimiä ei kursivoida):

Caricetum-assosiaatioita 2-3 kpl assosiaatioyhtymästä  
 Magnocaricion W. Koch 1926,  
 Scirpo-Phragmitetum W. Koch 1926,  
 Potamogetono-Nupharetum Müller et Görs 1960,  
 Myriophyllo-Nupharetum W. Koch 1926 ja  
 Myriophyllo-Ranunculetum peltati Mäkirinta 1978.

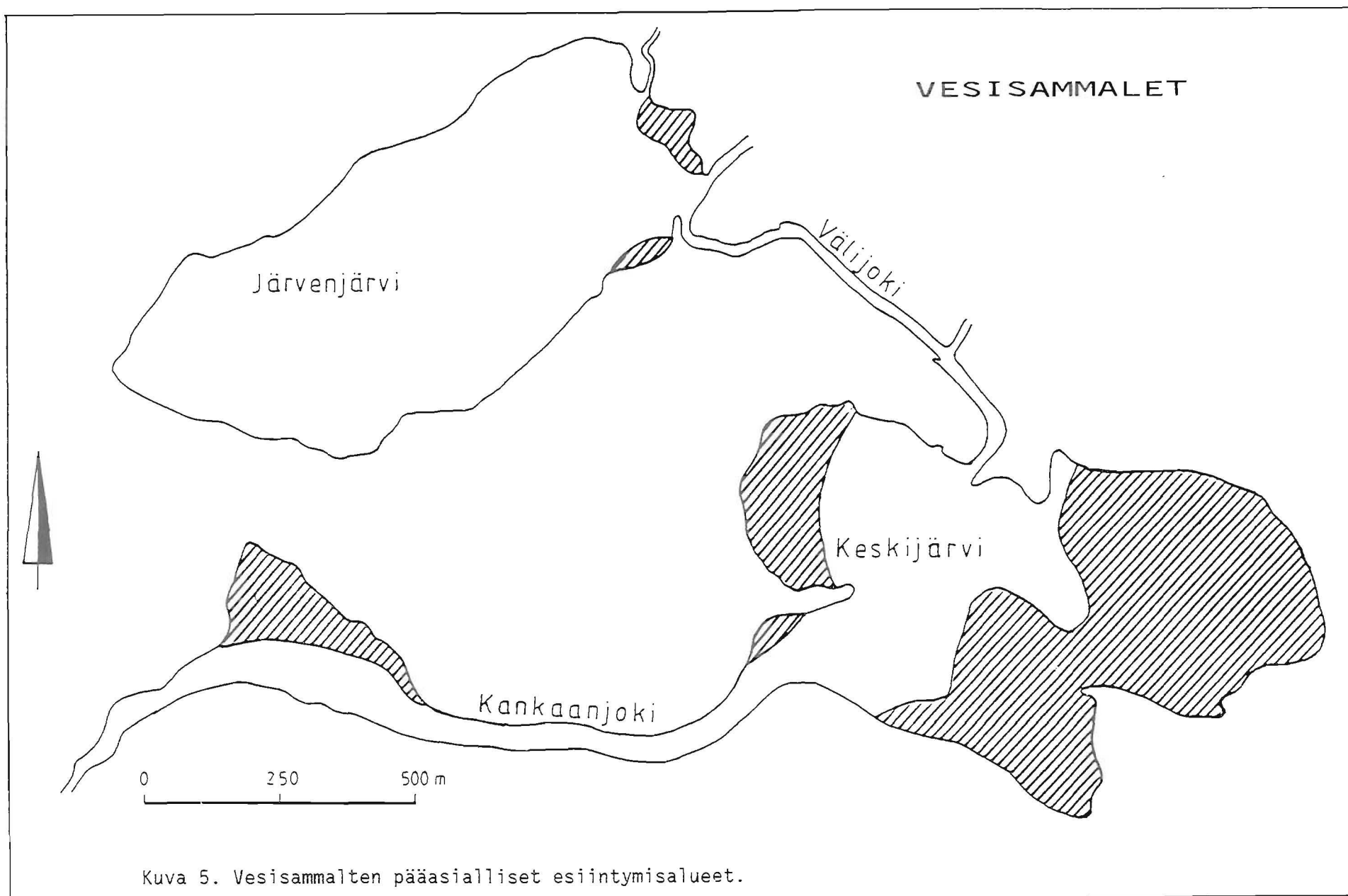
Scirpo-Phragmitetum-assosiaatio vastaa helofyytti-nymfeidikasvillisuuden äärimuotoa, ilmaversoisten tihentymiä (HeD, näissä järvissä kortteikkoja, Taulukko 6), joista kelluslehtiset ja usein muutkin synuusioidet puuttuvat täysin (ks. esim. Pott 1980). Sammalkerros tekee tässä suhteessa usein poikkeuksen. DrT voidaankin tässä systeemissä hajottaa yllämainittyihin assosiaatioihin ja bryofyyttisynuusio jätetään yleensäkin vähemmälle painoarvolle kuin putkilokasvit (Mäkirinta 1978a).

Suomessa niin yleiset ilmaversoisten ja kelluslehtisten sekakasvustot (HeNyVeg, Mäkirinta 1978a) jaetaan niinkään muiden assosiaatioiden kesken (esim. Müller et Görs 1960 Tab. 1) tai jätetään Keski-Euroopassa harvinaisina vaille huomiota. Pääosa tšekäläisestä NuUtrGT:stä ja useimmat kelluslehtisten klustereista lukeutuvat köyhälajiseen, karujen vesien assosiaatioon Potamogetono-Nupharetum, ja *Ceratophyllum demersumia* sisältävät kelluslehtikasvustot taas kuuluvat parhaiten edellistä eutrofisempaan Myriophyllo-Nupharetumiin (jossa Myriophyllum tarkoittaa *M. verticillatumia* ja *M. spicatumia*).

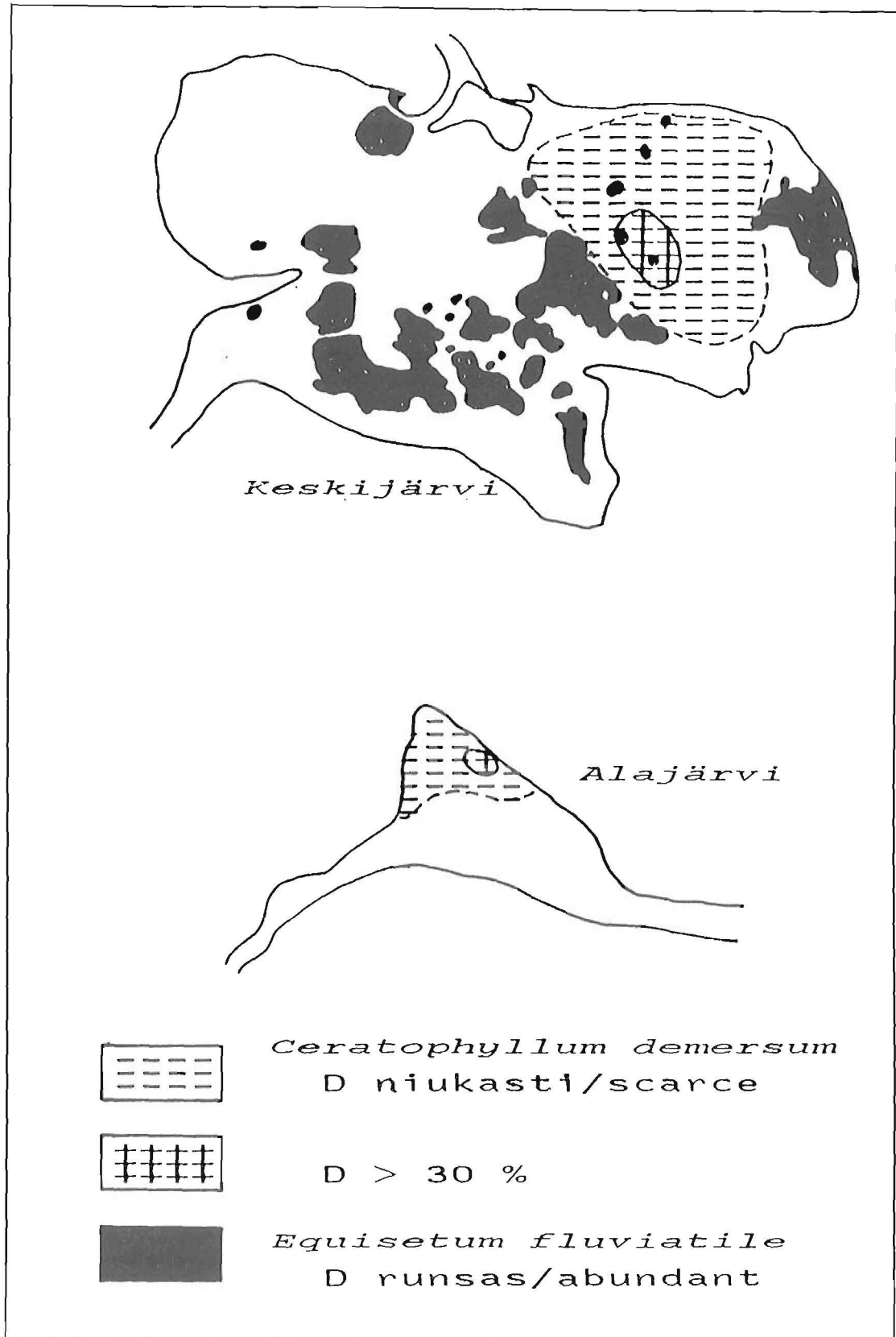
Ruskoärviän (*Myriophyllum alterniflorum*) ja järvisätkimen (*Ranunculus peltatus*) luonnehtimat elodeidikasvillisuuden hyvin pienialaset kasvustot Keskijärvessä, Välijoen suulla ja Välijoessa kuuluvat Fennoskandian karuissa ja puhtaissa vesissä tavattavaan assosiaatioon Myriophyllo-Ranunculetum peltati (Mäkirinta 1978a). Tämän ja muiden mainittujen assosiaatioiden esiintymisen perusteella voimme asettaa Järvikylän järvien kasvillisuuden koko Euroopan kattavaan kenttään niin levinneisyyden kuin trofiankin puolesta.

#### 4.2.8 Vesikasvilajisto

Dominantteina esiintyvien lajien levinneisyydestä antaa jo kasvillisuuskartta (Kuva 4) täydennettyinä parilla erikoiskartakkeella (Kuvat 5 ja 6) valaisevan kuvan. Muiden lajien kohdalla yleisyys ja runsaus käyvät paljolti selville näytealataulukkoista (Taulukot 6, 7 ja 8).







Kuva 6. Järvikortteen (*Equisetum fluviatile*) dominoimat alueet ja karvalehden (*Ceratophyllum demersum*) esiintyminen Keskijärvessä ja Alajärvessä.

Taulukko 9. Vesikasvilajit (vain veden ja rannan alaosassa esiintyvät lajit, 36) Vaalan Järvikylän järvissä. Yhdistetty yleisyys- ja runsausasteikko: xxx = yleinen ja runsas, xx = siellä täällä kohtalaisesti esiintyvä, x = harvinainen ja niukka. Putkilokasvien nimistö on Hämet-Ahti et al. (1986) mukainen.

Elomuoto ja tieteell.lajinimi Yläj. Keskij.Alaj. Suomal. lajinimi

Ny	<i>Nuphar lutea</i>	xxx	xxx	xxx	ulpukka
	<i>Nuphar pumila</i>	xxx	xxx	xxx	konnanulpukka
	<i>Nuphar lutea x pumila</i>	xx	xx	xx	ed. risteytymä
	<i>Nymphaea candida</i>	x	xxx	x	pohjanlumme
	<i>Nymphaea tetragona</i>	x	-	-	suomenlumme
	<i>Sparganium angustifolium</i>	-	x	-	kaitapalpakko
	<i>Sparganium emersum</i>	xx	xx	xx	rantapalpakko
	<i>Sparganium gramineum</i>	x	xx	xx	siimapalpakko
	<i>Sparganium sp.</i>	xx	xx	xx	palpakko
	<i>Potamogeton natans</i>	xx	xxx	x	uistinviita
El	<i>Potamogeton gramineus</i>	-	xx	x	heinäviita
	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	-	x	x	ruskoärviä
	<i>Ranunculus peltatus</i>	-	x	-	järvisätkin
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	xx	x	ahvenviita
	<i>Callitriche cophocarpa</i>	-	x	x	isovesitähti
Cer	<i>Utricularia vulgaris</i>	-	xx	xx	isovesiherne
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	xx	x	karvalehti
Lem	<i>Lemna minor</i>	-	xx	x	pikkulimaska
Is	<i>Ranunculus reptans</i>	-	x	-	rantaleinikki
	<i>Elatine hydropiper</i>	-	-	x	katkeravesirikko
Cha	<i>Nitella flexilis</i> Ag.	-	x	x	notkeanäkinparta
Br	<i>Wernstorfia trichophylla</i>	xx	xxx	xxx	
	(Warnst.) Tuom. & T.Kop.				lampisirppisammal
	<i>Spahnum spp.</i>	x	x	x	rahkasammallajeja
	<i>Dichelyma falcatum</i>	-	x	-	
	(Hedw.) Myr.				koskikoukkusammal
He	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	xx	xx	xx	ratamosarpio
	<i>Equisetum fluviatile</i>	xxx	xxx	x	järvikorte
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	-	x	-	järvikaisla
	<i>Eleocharis palustris</i>	x	xx	x	rantaluikka
	<i>Carex acuta</i>	x	xxx	x	viiltosara
	<i>Carex aquatilis</i>	xx	xxx	x	vesisara
	<i>Carex rostrata</i>	xx	xxx	xx	pullosara
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	x	xx	x	raate
	<i>Potentilla palustris</i>	xx	xx	xx	kurjenjalka
	<i>Juncus filiformis</i>	x	x	x	jouhivihvilä
	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	x	xx	x	terttualpi
	<i>Lythrum salicaria</i>	x	xx	x	rantakukka

Lajeja yhteensä 22 34 20

Paremmen yleiskäsityksen saamiseksi tutkittujen järvien lajistosta on koko vesikasvilajisto sijoitettu luetteloksi järveltäin karkealla runsausmerkinnöillä varustetuna (Taulukko 9). Taulukko perustuu pääosin näytealamateriaaliin, joskin näistä riippumattomien havaintojen varassa on muutama laji. Taulukko tuskin on täydellinen (36 lajia ja eräiden helofyyttien osalta hieman subjektiivinen, esim. *Phalaris arundinacea* olisi mahdollisesti voinut olla mukana Keskijärven listalla), mutta nykyiselläänkin lajien lukumäärät kuvastavat hyvin näideen kolmen järven floristista ja ekologista olemusta: Keskijärvi on runsaslajisin (34) ilmentäen monipuolisuutta kasvupaikkana liiallisesta mataluudestaan huolimatta, Yläjärvi on selvästi köyhälajisempi (20) johtuen äärimmäisen huonosta valoilmastosta uposkasveille, ja Alajärven alhainen lajiluku (22) selittyy järven pienuudella.

Järvikylän järvien sijoittelu Mariston (1941) järvityyppikaavaan Suomen järvien luokittelussa floristis-fysiognomisin perustein tuottaa tiettyjä vaikeuksia. Lähin tyyppi on Equisetum-tyyppi, johon Yläjärvi sijoittuu helpoiten, Keskijärvi osoittaa jo liiallista eutrofiaa Typha-Alisma-tyypin suuntaan ja Alajärven *Equisetumin* niukkuus aiheuttaa fysiognomista poikkeavuutta normaalityypistä. Nämä sijoitteluvaikeudet ja poikkeavuudet normaalityypistä todistavat osaltaan Järvikylän järvien poikkeavaa floristista kokoonpanoa, mikä taas johtuu poikkeavasta ekologisesta tilasta.

#### 4.2.9 V e s i k a s v i l l i s u u d e n n u m e e r i n e n l u o k i t t e l u

Numeerista käsittelyä varten lajien alkuperäiset, kenttätöyssä havaitut peittävyysarvot muutettiin Braun-Blanquetin laajennettuun runsausasteikkoon (van der Maarel 1979, Mäkirinta 1989) yksityiskohdissaan seuraavasti: <0,5% = 1, 1% = 2, 2% = 3, 3 % = 4, 5-10% = 5, 15-25% = 6, 30-45% = 7, 50-75% = 8, 80-100% = 9.

Näytealamateriaali (161) ryhmiteltiin perusklustereihin ("basic clusters", Mäkirinta 1989) näytealojen similariteetin perusteella käyttäen kahta tietokonepohjaista klusterointimenetelmää. Karkea klustereiden määrä saatiin selville yksinkertaisella GROUPAGE-ohjelmalla (Hajdu, katso Andersson 1988). Tätä lukua käytettiin kehittyneemmässä klusterointi- ja luokitteluohjelmassa TABORD (van der Maarel, Jansen & Louppen 1978), joka pystyy iterointimenettelynsä avulla muodostamaan mahdollisimman homogeenisia klusteri-yksikköjä. Klusteroinnin onnistuminen riippuu olennaisesti laskuissa käytetystä runsausasteikosta (van der Maarel 1979; vrt. myös Niemi 1990).

Lopullinen perusklusterointi saatiin TABORD-ohjelmalla käyttämällä seuraavia lähtöarvoja: 161 näytealaa, 25 lajia (kaikki lajit), klusterointitaso ("fusion limit") 0.40, pienin sallittu klusterikoko 3, automaattinen ICLA jossa 33 alotusklusteria, lopullinen klustereiden lukumäärä 11, taulukon lajifrekvenssi 0.40, (lajien ja klus-

tereiden järjestystä on kuitenkin muutettu jälkikäteen paremmaksi). Metodin yksityiskohtiin voi perehtyä kirjallisuuden avulla (esim. Mäkirinta 1989). Tulokset ovat nähtävissä kolmessa taulukossa (Taulukot 7, 8 ja 9) ja vastaavat hyvin kolmea suurta ryhmää:

1. *Equisetum fluviatile*-klusteri järvikortteen dominoimaa kasvillisuutta,
2. *Drepanocladus trichophyllus*-klusteri sirppisammalvaltaista kasvillisuutta,
- 3.-11. klusterit nymfeidikasvillisuutta.

Kaikki perusklusterit erottuvat melko selvästi toisistaan ja ovat yleensä selvästi tunnistettavissa myös luonnossa, joskin tässä suhteessa hankaliakin tapauksia esiintyy. Näyteala 103 sijaitsee nyt Drtr-klusterissa, vaikka sirppisammalen runsaus on vain 1 ja järvikortteen 5; vaikka ottaisiimmekin huomioon, että kaikki lajit vaikuttavat klusterointiin, aivan ilmeisesti ohjelma on pettänyt tämän näytealan kohdalla. *Ceratophyllum*-tyyppi ei erotu omaksi klusterikseen ilmeisesti siitä syystä, että aineistossa olevat tyyppin kaksi näytealaa eivät riittäneet perusklusteriksi, koska vaatimukseksi pantiin kolme. Samasta syystä yksi näyteala (120 klusterissa 9), jossa on vain *Potamogeton perfoliatus* (erittäin runsaana), ei erotu omaksi elodeidi-klusterikseen. Etsimällä löytää enemmänkin poikkeamia, mutta riittäkööt nämä. Yleisesti ottaen kuitenkin perusklusterit näyttäisivät varsin onnistuneilta ryhmityksiltä.

#### 4.2.10 V e s i k a s v i l l i s u u d e n o r d i n a a t i o

Näytealamateriaalin ordinaatio tehtiin ORDINA-ohjelmalla (Roskam 1971), joka laatii niistä peruskomponenttianalyysin (PCA) käyttäen euklidisia etäisyyksiä lasku- ja sijoitteluperusteina koordinaatistossa, jossa ulottuvuuksia (dimensioita) voidaan tutkia periaatteessa enemmänkin kuin kolme. Tässä tapauksessa tutkittiin vain kolmea ulottuvuutta, jotka esitetään kahtena osakuvana (Kuva 7: A ja B).

Merkitsemällä klusterit PCA-akselistoon saadaan selville, kuinka hyvin ne ryhmittyvät 2- tai 3-ulotteisessa tilassa. Hyvässä ryhmittelyssä klusterit pysyvät erillisinä, huonossa taas menevät osittain päällekkäin tai sisäkkäin (Mäkirinta 1989). Näytealojen määrän lisääntyessä kasvaa kuitenkin päällekkäinmenon mahdollisuus hyvässäkin ratkaisussa, ja muitakin näkökohtia saattaa arviointiin löytyä.

Vesikasvinäytealat (161 kpl) sijoittuvat 1. ja 2. dimension muodostamassa tasossa kauniisti kolmeksi erilliseksi ryhmäksi (Kuva 7A): *Equisetum*-klusteri sijoittuu kuvion oikeaan laitaan, *Drepanocladus*-klusteri vasempaan laitaan ja kaikki muut klusterit (3-11) tiiviiksi rykelmäksi keskelle ylös. Tämä klusterirykelmä hajoaa kuitenkin pitkäksi nauhaksi 3.:ssa dimensiossa (Kuva 7B). Sen yläpää muodostuu yksinomaan *Nuphar pumila*-klusterista, alapää yksinomaan *Nuphar lutea*-klusterista ja nauhan

keskusta lopuista seitsemästä klusterista, jotka eivät edelleenkään erotu selväpiirteisesti toisistaan.

PCA-analyysin floristinen tulkinta on näinollen sellainen, että klusterointi on osittain hyvin onnistunut: klusterit 1, 2, 3 ja 6 erottuvat hyvin toisistaan 3-ulotteisessa tilassa, mutta loput seitsemän huonommin ja ovat siten huonompia ryhmiä. Käytännössä niidenkin näytealat voidaan melko hyvin tunnistaa tiettyihin klusterihin kuuluviksi (Taulukko 7), joten floristiselta kannalta ottaen klusterointi on kohtalaisen onnistunut.

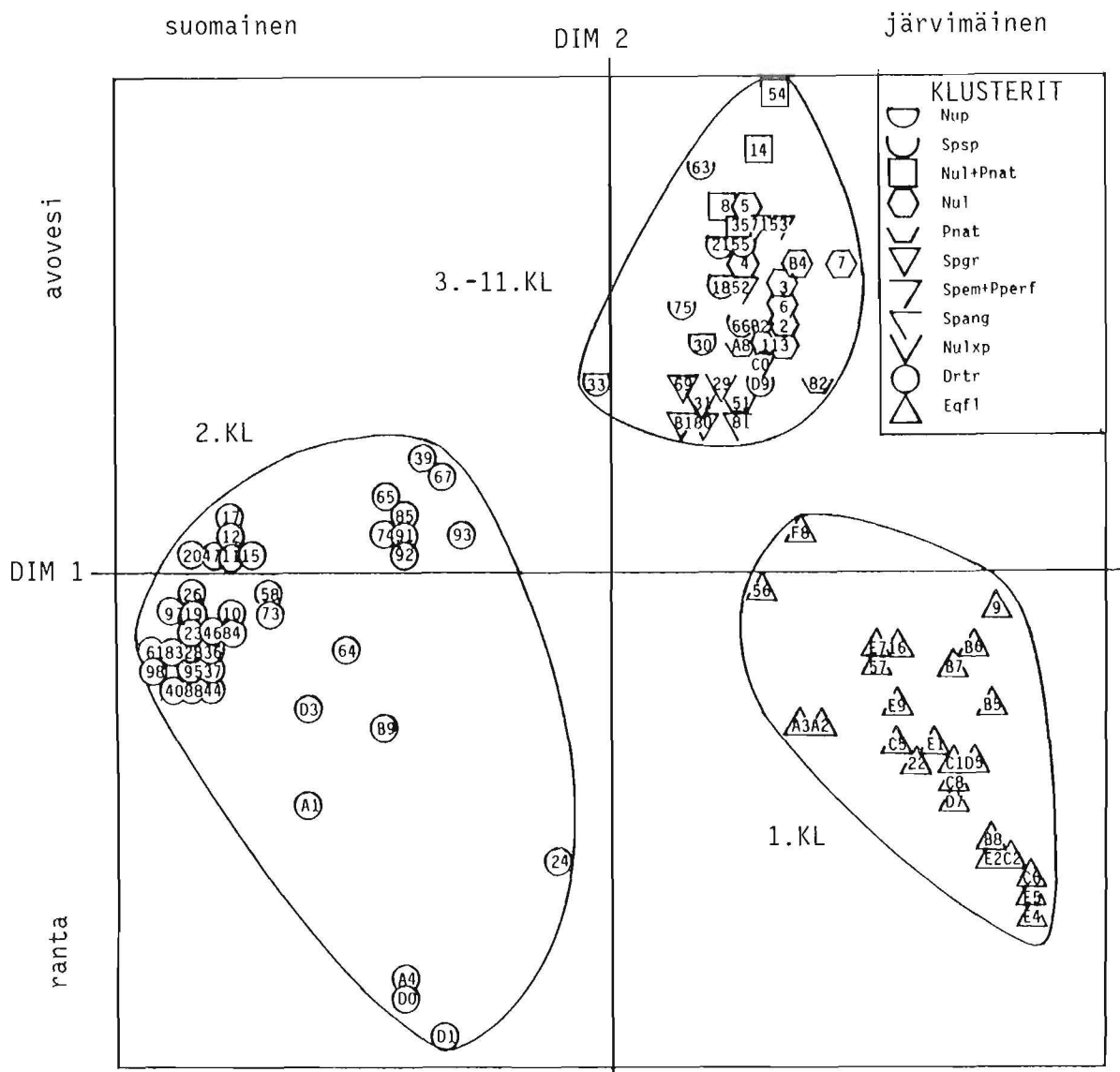
Ekologinen tulkinta tarjoaa mielenkiintoa. PCA-analyysissä pääkomponentit vastaavat usein yksinkertaisia ekologisia perustekijöitä kuten ravinteisuutta, lämpöä jne. Vesikasvillisuudessa pyritään etsimään vastaavuuksia mm. veden syvyyteen (Mäkirinta 1989). Tässä materiaalissa kuitenkin näytealojen kasvupaikkojen syvyyden keskiarvo oli Eqfl-klusterissa 70 cm, Drtr-klusterissa 60 cm ja muiden klusterien rykelmässä 63 cm, joten erot eivät ole merkittäviä. Kun ryhmässä "muut" klusterit tarkastellaan kasvusyvyyskärsiä, on Nul-klusterin kasvusyvyys keskimäärin 61 cm, Nup-klusterin 72 cm ja loppujen klustereiden 64 cm, ei tässäkään syvyys anna mainittavaa ekologista taustaa kasvillisuuden erilaistumiselle. Ekologinen tausta 1. akselille näyttäisi koostuvan kasvupaikkatekijöiden summasta, joita nimitämme sen vasemmassa päässä "suomainen" ja oikeassa päässä "järvimäinen". Sirppisammal suosii seisovia, soistuvia vesiä, kun taas korte runsaana kasvaessaan ilmentää liikkuvia, järvimäisiä, joskin pieniä vesiä tai suurten vesien suojaista lahtia. Muut klusterit sijoittuvat näiden väliin ollen kuitenkin lähes kaikki origon oikealla puolella edustaen siis järvimäistä kasvillisuutta ja järvimäisiä olosuhteita.

Toinen akseli (Kuva 7: A) edustaa gradienttia "ranta" (alhaalla) - "avovesi" (ylhäällä) vastaten hyvin 1. ja 2. klusterin sijaintia rantaolosuhteissa ja nyfeidikasvillisuuden (muut klusterit) sijaintia avoveden äärellä. *Ceratophyllum*-tyypin kasvustot (näytealat 89 ja 103) sijoittuvat tämän vektorin keskitienoon molemmiin puolin, mikä vastaa hyvin karvalehden kasvupaikkavaatimuksia.

Kolmas ulottuvuus (Kuva 7B) edustanee pohjan laatua, jonka alapää on "mineraalivaltainen ja liejuinen" ja yläpää "mutainen". *Nuphar lutea* edustaa edellistä, *N. pumila* jälkimmäistä pohjan laatua ja muut klusterit sijoittuvat välimaastoon, monet näistä laajallekin alueelle, mistä puolestaan selittyy osittain klusterien päällekkäinen sijainti. Myöskin Drtr- ja Eqfl-klustereiden sijainti tämän gradientin suhteen on hyvin laaja.

Kolme ensimmäistä dimensiota (pääkomponenttia) antavat siis informaatiota näiden kolmen järven ja niiden eri osien ekologisesta tilasta, jonka voimme lukea niillä kasvavasta kasvillisuudesta, erilaisista klustereista.

Yläjärven kasvillisuus edustaa järvessä laajalti "järvimäistä", (Eqfl-klusteri), "avovettä" (Nul-, Nul+Pnat ja

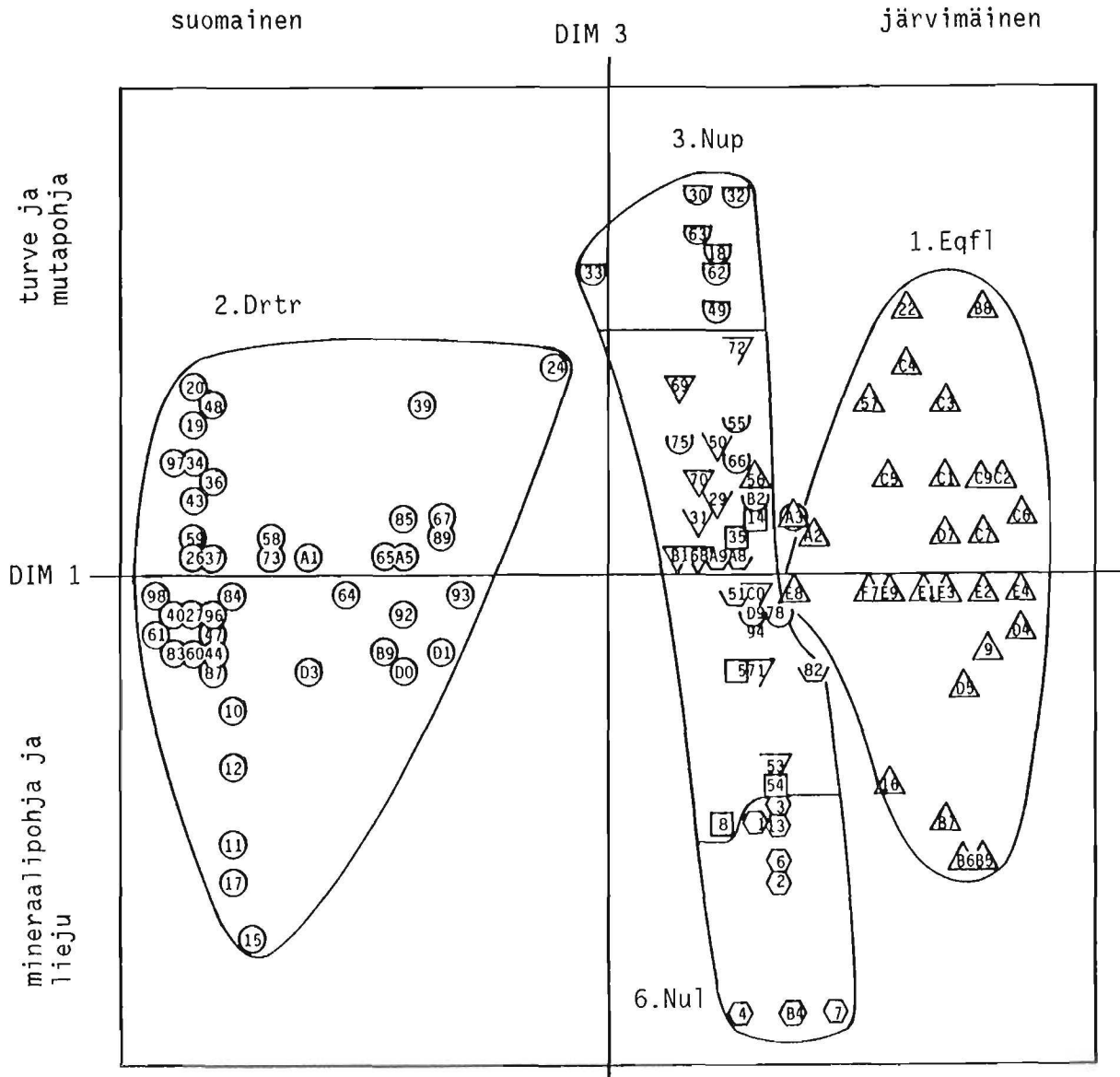


IDENTICAL \*\*18 25 62 109 \*\* 19 27 77 \*\* 5 32 \*\* 20 34 60 \*\* 37 38 87 \*\* 40 41 \*\* 26 42 86 \*\* 23 43  
 \*\* 16 45 \*\* 47 48 \*\* 29 49 50 \*\* 31 68 70 \*\* 35 72 \*\* 1 76 \*\* 6 78 \*\* 51 79 80 \*\* 67 89 \*\* 36 90  
 96 \*\* 71 94 \*\* 73 100 \*\* 104 105 \*\* 44 106 107 \*\* 13 113 \*\* 121 123 \*\* 22 124 \*\* 118 127 129 136  
 138 \*\* 130 132 156 \*\* 126 134 \*\* 66 140 \*\* 137 143 153 \*\* 145 146 147 148 150 \*\* 149 151 152 155  
 159 161 \*\* 141 154 \*\* 157 160 \*\* A0 = 100, A1 = 101, B0 = 110 etc. - VAAANYBR3C.DAT 161 REL, 25  
 SPEC, RELEVÉ ORDINATION (YLÄJÄRVI+KESKIJÄRVI+ALAJÄRVI). - VAA161R25SPOR.DAT

Kuva 7A. Vesikasvillisuuden näytealojen ordinaatio (PCA) ja niiden ekologinen tulkinta, dimensiot 1 ja 2. Näytealojen ja klustereiden numeerointi on sama kuin kasvillisuustaulukoissa (Taulukot 6-8).

Spgr-klusterit ym) ja "mineraali- ja liejupohjaa" (Nul-klusteri), järven itäpäässä kuitenkin Tolkanon suun ympäristössä "suomaista" (Drtr-klusteri). Keskijärven länsi- ja itäpäästä ja kapea alue etelärannasta ovat vesialueiltaankin "suomaisia", osittain "lieju-, osittain mutapohjaisia", ehkä vähän "mineraalipohjaisia"; järven koko keskialue, joka on Kutujoen vilkkaan läpivirtauksen aluetta, edustaa "järvimäistä" aluetta, jossa sekä "avovesimäinen", "rantamainen", "lieju-, mineraali- ja mutapohjaiset" alueet vuorottelevat (Eqf1- ja kaikki nymfeidiklusterit tavattavissa) ja "suomaisuus-



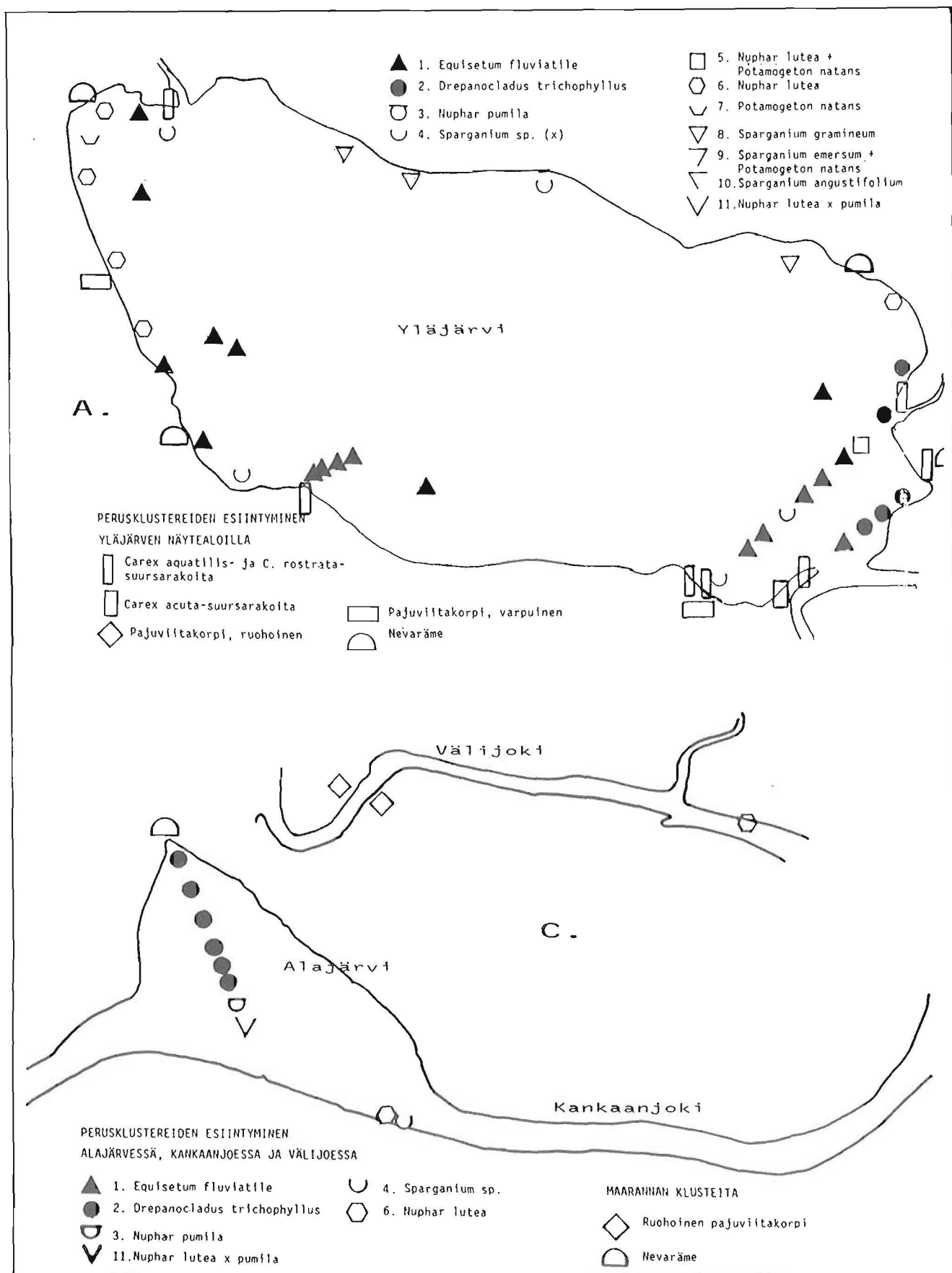


IDENTICAL \*\* 18 21 25 \*\* 19 23 42 77 86 \*\* 20 28 \*\* 37 38 46 \*\* 40 41 \*\* 16 45 \*\* 51 52 79 \*\* 65  
 74 99 \*\* 71 76 \*\* 35 80 81 \*\* 60 88 95 \*\* 47 90 \*\* 85 91 \*\* 58 100 \*\* 92 104 \*\* 87 106 107 \*\* 68  
 110 \*\* 13 113 \*\* 121 128 \*\* 130 132 156 \*\* 127 136 138 \*\* 55 140 \*\* 144 145 146 147 148 150 \*\* 149  
 151 152 155 159 161 \*\* 143 153 \*\* 141 154 \*\* 157 160 \*\*. A0 = 100, A1 = 101, 80 = 110 etc. - VAA-  
 NYBR3C.DAT 161 REL, 25 SPEC, RELEVÉ ORDINATION (YLÄJÄRVI+KESKIJÄRVI+ALAJÄRVI). - VAA161R25SPOR.DAT

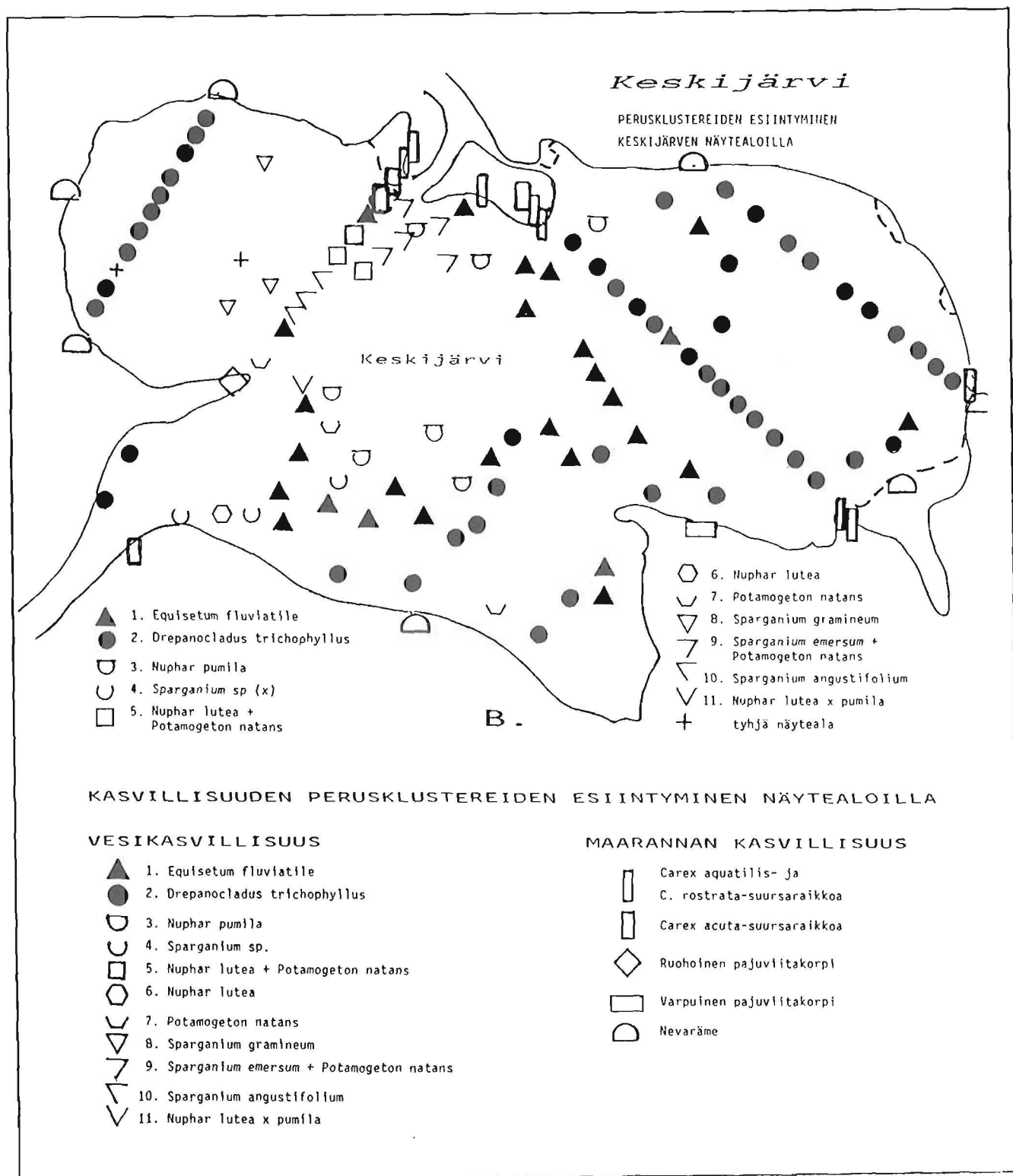
Kuva 7B. Vesikasvillisuuden näytealojen ordinaatio (PCA), dimensiot 1 ja 3. Näytealojen ja klustereiden numerointi on sama kuin kasvillisuustaulukoissa (Taulukot 6-8). Klustereiden lyhenteet kuvassa 7A.

den" ilmentäjät puuttuvat. - Alajärven luoteinen puolisko on Drtr-klusterin vallassa ja on siis "suomainen", kun taas jokiuoman läheinen alue on vaihtelevan nymfeidikasvillisuuden peittämä ja "järvimäinen".

Itse joesta, Kankaanjoesta ja Välijoesta ei monta näytealaa ole, mutta kasvillisuuskartoista näemme (Kuva 4), että Nuphar lutea -valtainen nymfeidikasvillisuus on niiden rannoilla jonkin verran tavattavissa. Mineraali- ja lietepohjat yhdessä alati vaihtuvan veden kanssa suosivat niissäkin "järvimäistä" kasvillisuutta.



Kuva 8 A ja C. Perusklustereiden levinneisyys vesikasvillisuuden ja maarannan näytealaverkossa A: Yläjärvellä, C: Alajärvellä, Kankaanjoessa ja Välijoessa.



Kuva 8B. Perusklustereiden levinneisyys vesikasvillisuuden ja maarannan näytealaverkossa Keskijärvessä.

### 4.3 MAARANNAN KASVILLISUUS

Yleispiirteet järviä ja jokirantoja reunastavasta kasvi-  
peitteestä on luettavissa jo formaatiokartakkeesta (Kuva 3) ja valtalajien kasvillisuuskartakkeesta (Kuva 4: A, B, C). Puita ja pensaita kasvavat erilaiset suot (rä-  
meet, korvet, nevarämeet, pajuviitakorvet), luhdat ja  
saraniityt reunustavat näitä vesiä lähes kaikkialla, ja  
kovat rannat ovat pienenä vähemmistönä.

Tarkemman kuvan saamiseksi maarannoilta ja veden rajasta  
tehtiin 37 näytealaa (à 25 m<sup>2</sup>), jotka käsiteltiin klus-  
terointimenetelmällä vesikasvillisuuden tapaan, mutta  
omana erillisenä aineistonaan. Tulokset ovat kasvilli-  
suustaulukon muodossa, jossa klustereiden numerointia ja  
järjestystä on kuitenkin muutettu TABORD-ohjelman anta-  
masta, ja lajien järjestystäkin on hieman muutettu (Tau-  
lukko 10). Ohjelma on ajettu lähtöarvoilla:

Taulukko VAARAN1.DAT, 37 näytealaa, 60 lajia (puut ja  
pensaat siis poissa laskuista), fuusiotaso 0.50, kluste-  
rin minimikoko 3 näytealaa, automaattinen ICLA, jossa  
alotusklustereiden määrä 12, lopullinen määrä 5, lajien  
frekvenssi 0.40, ei kynnysarvoa, 20 iterointia sallittu.

Saadut viisi klusteria edustavat: 1. *Carex aquatilis*- ja  
*C. rostrata*- suursarakoita (osittain pajuttuneita), 2.  
*Carex acuta*- suursarakoita (osittain pajuttuneita), 3.  
Ruohoista pajuviitakorpea (koivua huomattavasti mukana,  
4. Varpuista pajuviitakorpea (koivua ja mäntyä huomatta-  
vasti mukana), 5. Nevarämettä (pohjat *Sphagnum* -peittei-  
siä).

Suursaraikot sijaitsevat vesirajan molemmiin puolin, jos-  
kin taulukon (10) näytealat olivat kaikki kenttätöiden  
aikana kesäveden yläpuolella. Kuitenkin joki- ja järvi-  
veden vaikutus niihin kestää niin pitkään alkukesästä,  
että suursaraikot ovat yleensä ilman rahkasammalia.  
Ylempänä sijaitsevat nevarämeet sensijaan ovat vahvan  
*Sphagnum* -peitteen vallassa. Ne ovat täällä tavallisesti  
1-1.5 m kesän alaveden yläpuolelle nousevan, vahvan ke-  
vättulvan alaista maata, joka kuitenkin jo varhain va-  
pautuu vesipeitteestä.

Laajat pajuviitakorvet, joissa on yleisesti koivua (*Be-  
tula pubescens*) mukana, ovat tyypillisiä Välijoen var-  
rella ja katkonaisina vöinä tai laikkumaisina esiintymi-  
nä myös kaikkien järvien rannoilla tavattavissa. Runsaat  
tulvat edistävät niiden kehittymistä. Luhtaniityt ja  
suursaraikot liittyvät niihin erilaisten pajuttuneiden  
välimuotokasvustojen kautta, kuten näytealataulukostakin  
(Taulukko 10) voidaan todeta. Yläjärven ja Alajärven vä-  
lisellä metsäkannaksella on tulvaveden vaikutus näkyvis-  
sä aluskasvillisuudessa laajalla alueella.

Taulukko 10. Rantakasvillisuuden näytealat (37) ryhmiteltyinä TABORD-ohelmalla suuriin yksiköihin. Klusterit: 1. *Carex aquatilis*- ja *C. rostrata*-suursaraikkoa (osittain pajuttunutta), 2. *Carex acuta*-suursaraikkoa (osittain pajuttunutta), 3. Ruohoista pajuviitakorpea, 4. Varpuista pajuviitakorpea, 5. Nevarämettä.

Klusterin no.	1	2	3	4	5
Näytealan no.	12222222233333 21234678901237	1112 7890	1112 3565	133 445	000000000113 123456789016
1 <i>Carex rostrata</i>	6141676766--46	----	----	---	1231-----45
3 <i>Carex aquatilis</i>	511655645-4--5	-1--	1--1	---	-----5-
15 <i>Potentilla palustris</i>	45673-435--241	1-12	4232	411	3671-11--35
18 <i>Lysimachia thyrsiflora</i>	11112-22-4-31	--52	3111	--1	-1-----2-
2 <i>Carex acuta</i>	-----	6859	224-	1--	-----1----
16 <i>Peucedanum palustre</i>	-11-----	---	1111	-1-	1111-----
25 <i>Viola epipsila</i>	-----	---	562	---	-----
29 <i>Calamagrostis canescens</i>	--4-----	---	567-	---	-----
31 <i>Deschampsia caespitosa</i>	-----	---	51-	---	---1-----
36 <i>Filipendula ulmaria</i>	-----	---	65-	2--	-----
37 <i>Ranunculus repens</i>	-----	---	641	---	-----
38 <i>Rubus arcticus</i>	-----	---	122	-1-	-----
40 <i>Caltha palustris</i>	-----	---	1-1-	---	-----
17 <i>Juncus filiformis</i>	-1---1-----	---	1451	123	1--21211-3--
22 <i>Galium palustre</i>	-11-----1--	-1-2	1111	1-1	--1-----
24 <i>Viola palustris</i>	-2-1-----	---	54-5	11-	--1-----
28 <i>Calamagrostis purpurea</i>	-----	--3-	11--	11-	--1-----4--
48 <i>Trientalis europaea</i>	-----	---	--2-	-21	-----1-----
54 <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	-----	---	---	216	-----2-44--
56 <i>Ledum palustre</i>	-----	---	---	111	-----1--1--
6 <i>Carex nigra</i> ssp. <i>nigra</i>	-----	---	--4	421	2-13-3-1131-
14 <i>Menyanthes trifoliata</i>	-24-----	---	--1	12-	2-611145---5
52 <i>Vaccinium oxycoccus</i>	-----	---	---	13-	34-54414-1-5
55 <i>Vaccinium uliginosum</i>	-----	---	---	342	5--15-5565-3
58 <i>Andromeda polifolia</i>	-----	---	---	11-	1--433-2----
60 <i>Chamaedaphne calyculata</i>	-----	---	---	11-	3--1151-----
27 <i>Molinia caerulea</i>	-----	1---	---	---	--3--11-5-7
39 <i>Rubus chamaemorus</i>	-----	---	---	2--	---424-66--
42 <i>Eriophorum vaginatum</i>	-----	---	---	-1-	---31112---
45 <i>Sphagnum</i> spp.	5-----5	---	---	---	999990997589
59 <i>Betula nana</i>	-----	---	---	---	2--115-52---
10 <i>Equisetum fluviatile</i>	-1--1---3-15-	116-	---	1--	-----
57 <i>Linnaea borealis</i>	-----	---	--1	---	-----
53 <i>Vaccinium myrtillus</i>	-----	---	---	--5	1-----1---
51 <i>Epilobium angustifolium</i>	-----	---	---	---	-----1-----
50 <i>Hylocomium splendens</i>	-----	---	---	---	-----5---
49 <i>Cornus suecica</i>	-----	---	---	5--	-----22---
47 <i>Polytrichum commune</i>	-----	---	---	---	---52-----
46 <i>Drepanocladus trichoph.</i>	-----6---	---	---	---	-----
44 <i>Drosera rotundifolia</i>	-----	---	---	---	-----1-----
43 <i>Scheuchzeria palustris</i>	-----	---	---	---	-----1-----
41 <i>Eriophorum angustifolium</i>	-----	---	---	---	--1-----41-
35 <i>Epilobium palustre</i>	-----	---	--1-	---	-111-----
34 <i>Agrostis capillaris</i>	-----	---	-1--	---	-----
33 <i>Deschampsia flexuosa</i>	-----	---	---	---	---4-----
32 <i>Alopecurus aequalis</i>	-----5---	---	---	---	-----
30 <i>Calamagrostis stricta</i>	--4-----	---	---	---	-----
26 <i>Calla palustris</i>	-----	---	---	--1	-6-----
23 <i>Galium uliginosum</i>	-----	---	--1-	---	-----
21 <i>Scutellaria galericulata</i>	-----	---	--1	---	-----
20 <i>Lythrum salicaria</i>	-----	---	---	---	-----1-1
19 <i>Lysimachia vulgaris</i>	-----	---	-1--	---	-----
13 <i>Hippuris vulgaris</i>	-----1---	---	---	---	-----
12 <i>Alisma plantago-aquatica</i>	-----1---	---	---	---	-----
11 <i>Sparganium emersum</i>	-----	---	---	---	-----1-----
9 <i>Eleocharis palustris</i>	-----5---	---	---	--1	-----
8 <i>Carex echinata</i>	-----	---	---	---	-----1-----
7 <i>Carex lasiocarpa</i>	-----	---	---	---	---11---5
5 <i>Carex magellanica</i>	-----	---	---	-1-	--1-1-1----
4 <i>Carex canescens</i>	-1-1-----	---	--2	-1-	--1-21-----
61 <i>Pinus sylvestris</i>	-----	---	---	267	6--5665667-5
62 <i>Picea abies</i>	-----	---	---	--5	---1--5-5---
63 <i>Betula pubescens</i>	-42-----	---	-5-8	716	5--854456758
64 <i>Alnus incana</i>	-----	---	6-65	-54	-----1-----
65 <i>Rhamnus frangula</i>	-----	---	--5	---	-----22---5
66 <i>Salix phylicifolia</i>	1788-----	9---	7665	7-6	---1-----
67 <i>Salix lapponum</i>	165-1-----7---	---	5---	4---	---11-----67
68 <i>Salix cinerea</i>	-5-----	---	---	4---	-----
69 <i>Salix caprea</i>	--5-----	---	---	---	---1-----
70 <i>Juniperus communis</i>	-----	---	---	--1	-----2-----

## 5 JÄRVIEN TILAN PARANTAMINEN

### 5.1 JÄRVIEN NYKYTILA

Edellä saatu informaatio järvirymän järivialtaista, vedestä, pohjan laadusta ja kasvillisuudesta niin vedessä kuin rannalla antaa monipuolisen kuvan Järvikylän järvien tilasta. Verrattuna hyväkuntoisiin, normaaleihin, ekologisesti tasapaisiin suomalaisiin pikkujärviin on Järvikylän kolmessa järvestä monia puutteita, osittain vakaviakin.

#### **Ekologisen erikoistaustan luonnehdinta:**

- kaikkien kolmen järivialtaan tavaton mataluus vallitsevan syvyyden ollessa keskikesällä n. 70 cm,
- syvänteiden täydellinen puuttuminen ja sen seuraukset,
- sedimentaation ilmeisen ripeä jatkuminen,
- veden arveluttava laatu Yläjärvestä (korkeat rauta-, humus-, typpi- ja fosforipitoisuudet),
- Yläjärven huono valoilmasto (vahvasti ruskea vesi),
- vesitilan ja hapen puute talvella jään alla, mistä seuraa eliöiden vaikeat talvehtimisolosuhteet kaikissa järvissä joen läpivirtauskohtia lukuunottamatta,
- Yläjärveen laskevien purojen heikko veden laatu (liikaa humusta, rautaa, typpeä ja fosforia), joka määrää paljolti Yläjärven veden laadun.

#### **Kasvillisuuden negatiiviset erikoispiirteet:**

- Yläjärven kasvillisuuden suhteellisen heikko kehittyneisyys sekä lajiston että runsauden puolesta verrattuna järviveden sisältämiin N- ja P-ravinteisiin nähden,
- Yläjärven vedenalaisten synuusioiden rajoittuminen järven itäpään vesisammalesiintymään ja järven ekologialle edullisen elodeidisynuusion (=vesilehtisten s.) puuttuminen kokonaan epäedullisesta valoilmastosta ja ehkä ajottaisesta happamuudestakin (pH 5.5.) johtuen,
- Keskijärvestä vesitilavuuteen nähden runsas kasvimassa (kortteikot, kelluslehtiset ja vesisammalet) aiheuttaa hajotessaan hapen kulutusta, jota tosin on runsaasti Kutujoen läpivirtausalueella, mutta sivummalla länsi- ja itäpäässä happivarasto kuluu jääpeitteen alla nopeasti loppuun,
- Keskijärven lähestyvä umpeenkasvu,
- Keskijärven kasvillisuuden soistumiseen viittaava rakenne järven länsi- ja itäpäissä,
- Keskijärven keskustan (ja osittain Alajärven pohjoispuoliskon) matalan alueen kasvillisuuden monimuotoisuus on osittain sen tasapainottomuudesta johtuvaa, kuten klusterointi- ja ordinaatioanalyysit osoittavat; ekologiset syyt ovat ilmeisesti kasvupaikan mataluus ja siitä johtuvien ympäristötekijöiden summa ja lajien välinen kilpailu,
- Keskijärven ja Alajärven elodeidisynuusion suhteellisen heikko kehittyneisyys, mikä johtuu ylempien kerrosten (helofyytit, nymfeidit) vahvasta varjostuksesta ja juuristokilpailusta,



-maarantojen kasvillisuuden yleinen soistuneisuus (rämeitä, rämenevoja ym), mistä seuraa happea kuluttavien humusaineiden valumista järviin.

**Positiivisena seikkana** on mainittava itse Kutujoen veden kohtalaisen hyvä laatu, joka kappaleen matkaa ylempänä vesistössä, Otermajärvellä on vieläkin parempi (Kokko 1988). Myös Otermajärven kasvillisuus näytti olevan 9.9.1989 tehtyjen (Mäkirinta) pikahavaintojen perusteella varsin tasapainoista, ja mm. laaja-alaisia, puhtaita vesiä edustavia isoetidikasvustoja todettiin. Isoetidikasvillisuutta on ilmeisesti ollut ennen viime vuosikymmenien vahvaa sedimentoitumista myös Järvikylän järvisä, mutta se on nyt täysin hävinnyt, joskin Välijoen suistosta löytyi vielä muutamia *Ranunculus reptans* -ruusukkeita.

Sedimenttikerrokset ovat täällä nyt jopa 16 m paksuja ja pääosin vanhoja, ennen ihmistoiminnan alkamista kasaantuneita, mutta metsäojitusten takia 1960- ja 1970-luvuilla on vesien sedimentoituminen ollut erityisen voimakasta (Knuutinen 1988). Erittäin laaja metsäojaverkosto Kutujoen vahvasti soistuneella valuma-alueella on epäilemättä ollut syytä turve- ja muiden hiukkasten kasaantumiseen mm. Järvikylän järviin. Eri puolilla maata tehdyissä tutkimuksissa onkin todettu erittäin vahva korrelaatio orgaanisen aineen huuhtoutumisen ja metsäojituksen määrän kanssa (Kauppi 1975). Turvemaiden ojitukset nostavat myös erittäin huomattavasti niiltä valuvien vesien rautapitoisuutta (Heikkinen 1990).

Paikallinen vanha kanta-asukas (Johannes Järvelä) kertoi, että vielä 1940-luvulla Yläjärvenssä oli n. 10 m syvä kohta ja Keskipjärvenssäkin n. 4 m:n syväne. Hänen mukaansa 1950-luvulla tapahtunut Autiokosken niskan perkaus uittoa varten laski Järvikylän järvien alaveden pintaa selvästi, ja se olisi nyt kesäisin n. 0.5 m silloista alempana. Nämä havainnot tuntuvat luotettavilta. Tarkkoja mittauksia ei ole tiedossamme.

## 5.2 EHDOTUS JÄRVIENTILAN PARANTAMISEKSI

**1. toimenpide:** Kanavan rakentaminen Yläjärven (eli Järvenjärven) ja Alajärven välisen matalan harjukannaksen poikki (Kuva 3: nuoli), joka kohottaa tässä vain n. 3 m vedenpinnan yläpuolelle.

Tällä toimenpiteellä saataisiin Yläjärven veden laatu ratkaisevasti paremmaksi, koska Kutujoen vesi virtaisi nyt osittain myös Yläjärven läpi suoraan Alajärveen ja vaimentaisi tehokkaasti Yläjärveen laskevien purojen (Rasinoja ja Tolkanoja) heikkoa veden laatua. Yläjärven vesi muuttuisi kirkkaammaksi ja talvisin hapekkaammaksi ja olisi siten sekä kasveille että eläimille mykyistä ratkaisevasti parempaa ympäri vuoden. Jos Kutujoen vedestä arviolta 10-20 % johdettaisiin tämän kanavan kaut-

ta, riittäisi se parantamaan Yläjärven tilan vaarantamatta samalla Keskijärven ekologiaa.

Jotta kanavan kautta tapahtuvaa veden määrää voitaisiin säännöstellä sopivaksi, olisi sen pohjaan rakennettava säädettävä pato. Tulva-aikana saattaisi olla myös vaara, että Kutujoki murtaisi valta-uomansa suoraan tämän harjun läpi, ja samalla Keskijärven tila huononisi ratkaisevasti, jos siinä jokiveden läpivirtaus tyrehtyisi.

**2. toimenpide:** Pohjapadon rakentaminen järviryhmän luusuan niskaan, Autiokoskeen. Patoaminen voitaisiin suorittaa mahdollisimman luonnonmukaisesti kivillä ja soralla, mikäli rakennelmasta saadaan riittävän kestävä veden syövyttävää vaikutusta vastaan. Näin koski vain entisöitäisiin 1940-luvulla olleeseen asuunsa ja sen matalin kohta nostettaisiin entiselle tasolle, joka lienee ollut n. 0.5 m nykyisestä korkeammalla.

Pohjapadon tarkoituksena on nostaa alaveden korkeutta 30-40 cm. Se ei vaikuttaisi paljoakaan kevättulvia kohtavasti, koska tulevan pohjapadon poikkileikkauksen pinta-ala Autiokosken kohdalla olisi mitättömän pieni voimakkaasti tulvivan joen poikkileikkauuspinta-alaan verrattuna. Toimenpiteellä saataisiin kuitenkin kaikkien kolmen järvien keskisyvyys ja vesitilavuus nousemaan jopa 50 %, talvella olisi jään alla vettä useita desimetrejä, jopa kokonainen metri, ja vesi olisi hapekasta. Pienikin vedenpinnan nostaminen kasvukautena aiheuttaa ruskeissa, matalissa vesissä avovesialueen laajenemista (Mäkirinta 1976, 1992).

Pohjapatoa on varottava tekemästä liian korkeaksi, koska se alkaisi tällöin vaikuttaa jo kevättulvan kestoan. Liian pitkäaikainen korkea vesi alkaisi vaikuttaa ympäröiviin alaviin suometsiin monine haitallisine seuramuksineen.

Kanava ja pohjapato yhdessä tulisivat aiheuttamaan muutoksia kasvillisuuteen. Yläjärven veden laadun ja valoilmaaston muututtua paremmaksi, ilmestyisivät Välijoes- sa ja Keskijärvessä nyt tavattavat uposlajit Yläjärven mataliin kohtiin, mutta tuskin haitallisen runsaina. Uposlajeilla on edullinen vaikutus pohjaeliöstöön ja välillisesti kaloihin, joten niitä tarvitaan kohtuullinen määrä. Alaveden ja keskiveden arvojen kohotessa pysyisi ilmaversoiskasvillisuus (kortteikot) hallinnassa kaikissa järvissä, eikä kelluslehtistenkään kohdalla tapahtune liian suurta runsastumista.

Mikäli kortteikkojen laajenemien vastoin odotuksia tulisi jatkumaan, voitaisiin ryhtyä niiden paikoittaiseen vähentämiseen niittämällä käyttäen siinä hyväksi laajan koetoiminnan antamia kokemuksia (Nybohm 1980 ym).

Keskijärven keskialueen kelluslehtikasvillisuuden epävakainen koostumus siirtyisi vakaampaan (tasapainoisempaan) suuntaan, mikä käytännössä merkitsisi lajikoostu-

muksen muuntelevan samoilla paikoilla entistä hitaammin ja nymfeidien peittävyys pienä alenemista sekä elodeidien vastaavaa runsastumista. Tämä johtuisi sekä kohonneesta vedenpinnan tasosta että parantuneista talvehtimisolosuhteista. Alajärven pohjoispuoliskossa olisi odotettavissa samanlaisia, edullisia muutoksia. Keskijärven länsi- ja itäpäiden laajoissa vesisammalikoissa voisi korkeamman vedenpinnan takia odottaa pientä massan vähenemistä. Samoin varsinkin Keskijärvellä nykyään tavattavat, matalille järville luonteenomaiset ja runsaat viherlevämassat (rihmaleviä ryhmistä Zygnemales ja Oedogoniales) tulisivat vähenemään.

**3. Muita toimenpiteitä:** Kuormittajien osuutta tulisi selvittää, esim. mistä ovat peräisin Rasinojan ja Tolkanojan vesien korkeat N- ja P- ja humuspitoisuudet ja voidaanako päästöjä vähentää. Koska alueella ei ole teollisuutta, ovat päästöt ilmeisesti peräisin maa- ja metsätaloudesta ja osittain tietysti luonnon omista, normaaleista toiminnoista. Uusia suo- ja metsäojitushankkeita tulisi vastustaa, jotta turpeen ja lieteaineksen valuminen vesistöön estyisi. Yläpuolisten kalanviljelyslaitosten päästöjä tulisi tarkkailla.

## 6 Y H T E E N V E T O

Vaalan Järvikylän kolme järveä: Yläjärvi, Keskijärvi ja Alajärvi ovat Kutujoen vesistön suupuolen pieniä järviä, pinta-ala yhteensä n. 100 ha, joita Kutujoki yhdistää läheisesti. Keskijärvi ja Alajärvi ovat läpivirtausjärviä ja Yläjärvi jokeen liittyvä umpipussi. Kaikkien järvien keskisyvyys on 0.7 m tienoilla, ja jos jätämme huomiotta niitä yhdistävät 2-3 m syvät Kutujoen osat, myös suurimmat syvyydet jäävät alle 1.5 m. Yläjärven vesi on vahvasti ruskeaa ja sisältää runsaasti N- ja P-ravinteita ja on hyvin rautapitoista. Kahdessa muussa järvessä vesi on Kutujoen veden kaltaista: keskiruskeaa, lievästi hapanta, vähäravinteista, melko tyyppillistä puhtaiden suo- ja metsäalueiden jokivettä, jota kuitenkin Yläjärvestä valuva vesi hieman rehevöittää. Järvien sedimenttikerrokset ovat vahvoja.

Kasvillisuuskartoitus perustuu ilmakuvaukseen ja kenttätöihin näytealoihin (25 m<sup>2</sup>), joista 161 sijaitsee vedessä ja 37 maarannalla. Kasvillisuus peittää järvien pinta-alasta n. 2/3, mutta siten että Yläjärvessä n. 1/4, Alajärvessä n. 3/4 ja Keskijärvessä 96 % pinta-alasta.

Vallitsevat kasvillisuusformaatiot ovat helofyytti-nymfeidikasvillisuutta, nymfeidikasvillisuutta ja vesisammalikkoa. Dominoivat lajit ovat helofyyteistä *Equisetum fluviatile*, nymfeideistä *Nuphar lutea* ja *N. pumila* sekä näiden risteytymä, lisäksi *Potamogeton natans*, *Nymphaea candida*, *Sparganium gramineum*, *S. emersum* ja vaikeasti määritettävät risteytymät; elodeidit ovat oligotrofis-

mesotrofisia ja dominoivat vain muutamissa kohdissa; eutrofinen ceratofyllidi *Ceratophyllum demersum* muodostaa pienehkällä alalla selvän dominantin; laajat vesisammalilot ovat oligotrofisen ja suomaisuutta ilmentävän *Drepanocladus trichophylluksen* dominoimia ja sijaitsevat pääasiassa Keskijärven kummassakin päässä, mutta myös Alajärvässä ja hieman Yläjärvässä; tulvarannoille luonteenomaisia suursarakoita on paikoin Keskijärvellä dominantteinaan *Carex aquatilis*, *C. rostrata* ja *C. acuta*.

Koko joukko floristisia kasviyhdykskuntia esiintyy tutkituissa järvissä, monet niistä kuitenkin vain Keskijärvässä. Laajimmat alat peittävät matalissa, mesotrofisisissa vesissä viihtyvä ulpukka-vesiherne- eli Nuphar-Utricularia -suurtyyppi monine alayksikköineen, tiheiden kortteikkojen muodostamat helofyyttitiheiköt, soistumista ilmentävät *Drepanocladus*-tyypin vesisammalikot ja eutrofiset *Ceratophyllum*-tyypin irtokellujakasvustot.

Assosiaatioista (sensu Braun-Blanquet) tavataan niinkään monia, joista mainittakoon meso-eutrofisten vesien Scirpo-Phragmitetum, dys-oligotrofisten vesien Potamogetono-Nupharetum, meso-eutrofisten vesien luonnehtija Myriophyllo-Nupharetum, oligotrofisten mutta kirkkaiden ja keskiruskeiden vesien edustaja Myriophyllo-Ranunculetum peltati (tällä vain niukasti) sekä 2-3 suursaraikkoassosiaatiota yhtymästä Magnocaricion.

Vesikasvilajisto koostuu 36 lajista, joista 34 tavataan Keskijärvässä, 22 Yläjärvässä ja 20 Alajärvässä. Yläjärven niukka lajisto (ja kasvillisuus) johtuu järven erittäin heikosta valoilmastosta, jota eivät edes veden korkeat N- ja P-pitoisuudet pysty kompensoimaan, minkä johdosta elodeidilajisto ja muut uposkasvit lähes puuttuvat, vain vesisammalia tavataan hieman. Järviryhmän ainoa ahtaasti eutrofinen laji on Keskijärvässä runsaana ja Alajärvässä niukkana esiintyvä uposkarvalehti, *Ceratophyllum demersum*, jonka esiintymät näin pohjoisessa ovat harvinaisuuksia ylipäänsä. Yläjärven ainoa "parempi" laji on suppealla alalla tavattava suomenlumme, *Nymphaea tetragona*.

Järvikylän järvien kasviyhdykskunnat ovat matalien, pehmeäpohjaisten, oligo-mesotrofisten vesien edustajia, joissa on erikoispiirteinä toisaalta soistumiseen viittaavaa kasvillisuustyyppiä, toisaalta selvästi eutrofista kasvillisuutta, mutta kirkkaiden oligo-mesotrofisten vesin tyyppikasvillisuutta on vain vähän.

Numeeristen klusterointi- (TABORD) ja ordinaatianalyysien (PCA/ORDINA) antamien tuloksien mukaan järvien kasvillisuus muodostaa osaksi kauniita, helposti luonnossakin tunnistettavia perusklustereita (= tyyppejä tai variantteja), jotka ordinaatioanalyysissä pysyvät 3-ulotteisessa kuviossa selvästi erillään toisistaan. Mutta toisaalta joukko pieniä klusterita, jotka edustavat kelluslehtikasvillisuuden yksikköjä ja ovat yleensä luonnossa tunnistettavia, ovat kokonaislajikoostumukseltaan siinä määrin epäsäännöllisiä, että ne asettuvat ordinaatioku-

viossa osittain päällekkäin ja sisäkkäin. Tämän katso-  
taan ilmentävän kasvillisuuden epävakaisuutta, joka joh-  
tune osittain vuosittain vaihtelevista kasvupaikkateki-  
jöistä, vaikeista talvehtimisolosuhteista ja nopeasta  
suksessiosta.

Kasvillisuuteen perustuen ja käyttäen kasvupaikkateki-  
jöiden parametrejä taustatietona on laadittu käytännön  
ehdotus tutkittujen järvien tilan parantamiseksi. Veden  
virtauksen osittaisella muuttamisella Yläjärven ja Ala-  
järven välisen harjukannaksen poikki kaivettavan kanavan  
avulla parannetaan oleellisesti Yläjärven tilaa. Järvi-  
systeemin laskujoen niskalle (Autiokoskeen) rakennetta-  
van matalan pohjapadon avulla nostetaan hieman alaveden  
ja myös keskiveden korkeutta, minkä johdosta kaikkien  
järvien järviluonne kohentuu, mutta tulvakorkeudet pysy-  
vät jokseenkin ennallaan.

## 7 S U M M A R Y

The three lakes in the village of Järvikylä in Vaala, Yläjärvi, Keskijärvi and Alajärvi are small lakes lying at the mouth of the River Kutujoki, being closely connected by the river and amounting to a total surface area of about 100 ha. The water of the river flows through Lakes Keskijärvi and Alajärvi, while Lake Yläjärvi forms a creek on the river with no outlet. All three lakes have a mean depth of approx. 0.7 m, and apart of the 2-3 m deep channels of the river connecting the lakes, maximum depths remain somewhat less than 1.5 m. The water of Lake Yläjärvi is markedly brown in colour with high concentrations of N and P nutrients and a high iron content. The other two have a water composition similar to that of River Kutujoki: medium brown, slightly acid, poor in nutrients, fairly typical river water issuing from unpolluted mire and forest areas, although mildly eutrophicated by virtue of an inflow of water from Lake Yläjärvi. The lakes have thick sediment horizons.

The vegetation of the lakes was mapped from air photographs and field observations carried out in quadrats of 25 m<sup>2</sup>, 161 located in the water and 37 on the shore. About 2/3 of the area of the lakes is covered by vegetation, including 1/4 of that of Lake Yläjärvi, 3/4 of Alajärvi and 96% of Keskijärvi.

The dominant formations represent a helophyte-nymphaeid vegetation, a nymphaeid vegetation and an aquatic bryophyte vegetation. The dominant species are *Equisetum fluviatile* among the helophytes, *Nuphar lutea* and *N. pumila* and a hybrid between them among the nymphaeids and also *Potamogeton natans*, *Nymphaea candida*, *Sparganium gramineum*, *S. emersum* and some hybrids which are difficult to identify. The elodeids are oligo-trophic-mesotrophic and dominant only exceptionally. The eutrophic ceratophyllid *Ceratophyllum demersum* is



dominant in absolute terms over a restricted area. The extensive areas of aquatic bryophytes are dominated by the oligotrophic indicator of mire conditions *Warnstorfia trichophylla* (= *Drepanocladus trichophyllus*) and are located mostly at the two ends of Lake Keskijärvi, although the same vegetation is also to be seen in Lake Alajärvi and to a minor extent in Lake Yläjärvi. Tall sedge stands typical of flooded shores are found in places in Lake Keskijärvi, with *Carex aquatilis*, *C. rostrata* and *C. acuta* as their dominant species.

A wealth of floristic communities are present in the lakes, and most prominently in Lake Keskijärvi. The widest areas are covered by the Nuphar-Utricularia type which favours shallow, mesotrophic waters, and its numerous subtaxa, dense helophyte stands of *Equisetum fluviatile*, aquatic bryophytes of the *Drepanocladus* type, indicative of paludification, and eutrophic submerged stands of the *Ceratophyllum* type.

There are similarly numerous associations (sensu Braun-Blanquet) present, of which mention should be made of the meso-eutrophic *Scirpo-Phragmitetum*, the dys-oligotrophic *Potamogetono-Nupharetum*, the meso-eutrophic indicator *Myriophyllo-Nupharetum*, and oligotrophic *Myriophyllo-Ranunculetum peltati* (poorly presented here), which favours clear or medium-brown water, and 2-3 tall sedge associations of the *Magnocaricion* alliance.

The aquatic flora comprises 36 species, of which 34 are encountered in Lake Keskijärvi, 22 in Lake Yläjärvi and 20 in Alajärvi. The low number of species (and their poor coverage) in Lake Yläjärvi is attributable to the extremely poor illumination conditions, which cannot be offset even by the high N and P concentrations. Consequently the elodeids and other submerged-leaved species are virtually absent there, and only small amounts of aquatic bryophytes are to be found. The only strictly eutrophic species in these lakes is *Ceratophyllum demersum*, which occurs in abundance in Lake Keskijärvi and to a minor extent in Lake Alajärvi, and which is in general rare at such northerly latitudes. The only "superior species" in Lake Yläjärvi is *Nyphaea tetragona*, which occurs over a restricted area.

The plant communities of the lakes of Järvikylä are representatives of shallow, soft-bottomed, oligo-mesotrophic water habitats, when more specific features point to a preference for either paludified conditions or markedly eutrophic conditions, although types characteristic of clear, oligo-mesotrophic waters are few in number.

The result of clustering (TABORD) and ordination (PCA/ORDINA) provide elegant basic clusters (= types or variants) which are easy to recognize in the field and remain well apart in the three-dimensional PCA-



ordination analysis, and also a number of small clusters representig floating-leaved taxa which are usually recognizable in the field but sufficiently irregular in their total species composition that they partly overlap and partly occur embedded within each other in the ordination diagram. This is interpreted as a manifestation of instability in the vegetation, possibly attributable to annually varying habitat factors, overwintering difficulties and a repid vegetational succession.

A practical recommendation for improving the condition of these lakes is put forward on the basis of the vegetation and employing the habitat factor parameters as background information. The state of Lake Yläjärvi could be improved substantially by digging a channel across the ridge separating it from Lake Alajärvi and directing a flow of water through this. A shallow weir constructed at Autiokoski, at the entrance to the outflow river would have the effect of raising minimum and mean water levels slightly, as a result of which more obviously lacustrine conditions would prevail while flood levels would remain much the same.

## 7 K I R J A L L I S U U S

- Andersson, P.-A. 1988: Ordination and classification of operational geographic units in Southwest Sweden. - *Vegetatio* 74: 95-106.
- Heikkinen, K. 1990: Seasonal changes in iron transport and nature of dissovied organic matter in a humic river in northern Finland. - *Earth Surface Processes and Landforms* 15: 583-596.
- Hämet-Ahti, L. et al. (ed.) 1986: *Retkeilykasvio*. 3.painos, 598 pp. Helsinki, Forssa.
- Braun-Blanquet, J. 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3.Aufl. 865 pp. Wien.
- Kauppi, L. 1975: Orgaanisen aineen huuhtoutuminen ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: The washing out of organic matter and factors affecting it. - *Vesihallitus-National board of waters, Finland, Tiedotus/Raport* 84: 1-72.
- Knuutinen, V. 1988: Kutujoen valuma-alueen sedimenttitutkimus. - In: Åman, P. (ed.), *Vaalan Kutujoen tutkimus, loppuraportti ja toimenpidesuosituks*: 39-62. Oulun Yliopisto, Oulu 1988.
- Kokko, E. 1988: Kutujoen valuma-alueen veden laatu v. 1987. - In: Åman, P. (ed.), *Vaalan Kutujoen tutkimus, loppuraportti ja toimenpidesuosituks*: pp. 63-90. Oulun Yliopisto, Oulu 1988.

- Maristo, L. 1941: Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetationsphysiognomischer Grundlage. - Ann. Bot. Soc. Vanamo 15(5): 1-314.
- Mäkirinta, U. 1976: Vedenpinnan tulevan säännöstelyn vaikutus Perhonjoen järviryhmän vesikasvillisuuteen. (Summary: Projected effects of regulation of the water level in the Perhonjoki lake complex, Central Ostrobothnia, upon the aquatic vegetation.) - Vesihallitus/National Board of Waters, Finland, Tiedotus/Report 115: 1-99.
- Mäkirinta, U. 1978a: Die pflanzensoziologische Gliederung der Wasservegetation im See Kukkia, Südfinnland. Summary: A phytosociological classification of the aquatic vegetation of Lake Kukkia, Southern Finland) - Acta Univ. Oulu A75: 1-157.
- Mäkirinta, U. 1978b: Ein neues ökomorphologisches Lebensformensystem der aquatischen Makrophyten. - Phytocoenologia 4: 446-470.
- Mäkirinta, U. 1989: Classification of South Swedish Isoetid vegetation with the help of numerical methods. - Vegetatio 81: 145-157.
- Mäkirinta, U. 1992: Pronounced changes in the vegetation of a lake caused by a small rise in water level. - Limnologie Aktuell 5 (in print). Stuttgart.
- Müller, T. & Görs, S. 1960: Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. - Beitr. Naturkd. Forsch. Süddeutschland 19: 60-100.
- Niemi, R. A. 1990: Makrofytyt vesien tilan seurannassa. - Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 53. Helsinki.
- Nybom, C. 1980: Vesikasvien niiton koetoiminta vesihallinnossa. Summary: Experimental harvesting of water plants by the National Board of Waters, Finland. - Vesihallitus/National Board of Waters, Finland, Tiedotus/Report 196: 1-68.
- Pott, R. 1980: Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht. Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. - Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster und Westfalen 32(2): 1-156.
- Roskam, E. 1971: Program ORDINA: Multidimensional ordination of observation vectors. - Progr. Bull. Psych. Lab. Nijmegen 16: 1-8.
- Sprague, J. 1966: Iron Ore Wastes. Pollution studies. - Spec. Rep. St. Andrews Biol. Stn. F-8: 15-18.
- van der Maarel, E. 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. - Vegetatio 39: 97-114.

van der Maarel, E., Janssen, J. & Louppen, J. 1978: TABORD, a program for structuring phytosociological tables. - Vegetatio 38: 143-156.

Åman, P. (ed.), 1988: Vaalan Kutujoen tutkimus, loppuraportti ja toimenpidesuosituksset. 201 pp. Oulun Yliopisto, Oulu.

VAALA5.ART

## VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

41. Siuntionjokineuvottelukunta: Siuntionjoen vesistön käytön ja suojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1989.
42. Vilhunen, Oili: Hankoa ympäröivän merialueen tila vuosina 1976 - 1986. Helsinki 1989.
43. Vantaanjoen vesistön vesiensuojelun toimenpideohjelma. Helsinki 1990.
44. Jeltsch, Ulrich: Saastuneiden maa-alueiden kunnostus. Helsinki 1990.
45. Ahtiainen, Marketta: Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki 1990.
46. Heikkilä, Raimo: Vaasan läänin uhanalaiset suokasvit. Helsinki 1990.
47. Korkka-Niemi, Kirsti: Tutkimus kaivovesien happamoitumisesta Suomessa. Helsinki 1990.
48. Kauppi, Lea; Sandman, Olavi; Knuuttila, Seppo; Eskonen, Kristiina; Liehu, Anita; Luokkanen, Sinikka & Niemi, Maarit: Maankäytön merkitys vesien käytölle haitallisten sinileväkukintojen esiintymisessä. Helsinki 1990.
49. Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Orgaanisten aineiden merkityksestä ja pidättymisestä virtaavan veden ekosysteemissä.  
Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Turvetuotannon typpikuormituksen vaikutuksista virtaavissa vesissä. Helsinki 1990.
50. Pitkänen, Heikki; Kangas, Pentti; Sarkkula, Juha; Lepistö, Liisa; Hällfors, Guy & Kauppila, Pirkko: Veden laatu ja rehevyys Itäisellä Suomenlahdella. Raportti vuosien 1987 - 88 tutkimuksista. Helsinki 1990.
51. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Suomenlahden öljyvahinko 1987. Helsinki 1990.
52. Levinen, Riitta: Puhdistamolietteen viljelykäytön edellytykset. Helsinki 1990.
53. Niemi, Reino A: Makrofytyt vesien tilan seurannassa. Helsinki 1990.
54. Lammassaari, Veikko: Uitto ja sen vesistövaikutukset. Helsinki 1990.
55. Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin toiminnan suuntaviivat 1990-luvun alkupuoliskolla. Helsinki 1990.
56. Perälä, Jaakko & Reuna, Marja: Lumen vesiarvojen alueellinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1990.
57. Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittäminen. Helsinki 1990.
58. Puustinen, Jukka: Typen merkitys rannikkovesien rehevöitymisessä. Helsinki 1990.
59. Oulun vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Pohjanmaan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1990.
60. Saviranta, Leena & Katko, Tapio (toim.): Kansainvälinen vesihuollon vuosikymmen 1981 - 1990 Suomessa. Helsinki 1990.
61. Katko, Tapio (ed.): The international drinking water and sanitation decade 1981 - 1990 in Finland. Helsinki 1990.
62. YV-projekti: Kokemuksia osallistumisesta ja vaikutusten arvioinnista vesiensuojelun suunnittelussa. Helsinki 1990.
63. Antikainen, Sari; Smolander, Ulla & Järvinen, Olli: Näytteenottomenetelmän luotettavuus luonnonvesien raskasmetalliseurannassa. Helsinki 1990.
64. Saarela, Jouko: Kaivosjätteiden geoteknisistä ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista. Helsinki 1990.
65. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Vesien käyttö ja hoito 1990-luvulla Varsinais-Suomi ja Etelä-Satakunta. Helsinki 1990.
66. Mukherjee, Arun B: The use of chlorinated paraffins and their possible effects in the environment. Helsinki 1990.
67. Assmuth, Timo: Kaatopaikkojen ongelmajätteiden ympäristövaikutukset. Riskikaatopaikkatutkimuksen pääraportti. Helsinki 1990.
68. Porvoonjoen kuormitus selvitystyöryhmä; Lehtonen, Eija & Penttilä, Sirpa (toim.): Porvoonjoen kuormitus selvitys. Helsinki 1991.
69. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri: Mikkelin läänin vesien hoito 1990-luvulla. Helsinki 1991.
70. Louekari, Kimmo; Saarikoski, Heli & Joki-Kokko, Eeva: Kadmium ympäristössä. Helsinki 1991.
71. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Pohjanmaan vedet ja ympäristö. Helsinki 1991.
72. Freindling, Alexander & Heitto, Lauri: Primary production of inland waters. Helsinki 1991.
73. Pennanen, Jussi: Toutain Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen järjestelyn vaikutusalueella. Helsinki 1991.

74. Hildén, Mikael; Hakaste, Tapio; Korhonen, Pekka & Rahikainen, Eljas: Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen kalatalouden intressianalyysi. Helsinki 1991.
75. Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki 1991.
76. Pasanen, Jaana: Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Helsinki 1991.
77. Ihme, Raimo; Isotalo, Lauri; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvesuodatus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa.  
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä.  
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvetuotantoalueiden kuormituksen pidättäminen sarkaojiin. Helsinki 1991.
78. Rantala, Aulis (toim.): Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. Helsinki 1991.
79. Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnittelun työryhmä; Hynninen, Pekka (toim.): Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1991.
80. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Suomen kehittyvät vesivarat. Helsinki 1991.
81. Haapala, Kirsti & Eurén, Maija: Luonnonvesien ja jätevesien kiintoainemäärityksen ongelmista. Helsinki 1991.
82. Laine, Anne & Heikkinen, Kaisa: Turvetuotannon kalastovaikutukset. Helsinki 1991.
83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.  
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärvissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä.. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.







